



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental presentado al H. Consejo Directivo
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)
sembrado en diferentes grados de compactación del suelo y dosis de
fósforo en la zona de Baba.”

Autora:

Catherine Gabriela García Bustamante.

Tutor:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador.

2020

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a DIOS por cumplir los anhelos de mi corazón, por culminar mi carrera profesional con salud, alegría y responsabilidad y que Jesucristo siempre me cubra con su manto sagrado gracias, Padre, Hijo y Espíritu Santo de Dios por bendecir mi vida. Amén

A mis Padres él Sr .Emilio García Villegas y la Sra. Juanita Bustamante Aguirre; por ser mi apoyo incondicional, por creer en mí y por depositar toda su confianza para cumplir mis objetivos, gracias por su amor y consejos, también quiero expresar que los Amo Mucho, han sido padres ejemplares que han dado todo para sacarnos adelante cada día, y espero que se sienta orgullosos por este logro alcanzado, quizás no tengamos riqueza pero si me han dejado una buena herencia que es la educación, gracias por su cariño y corrección que llevaran a alcanzar el éxito.

A mis hermanos Abigahil, Fabián y Yulissa por estar a mi lado apoyándome en toda mi carrera en especial a mí hermana Abigahil, por siempre colaborar en todo lo que fue posible para llevar a cabo este proyecto.

También a mi sobrina Sasha Troya por ser una niña dulce y amorosa, espero que esto sea de ejemplo para ti y que seas igual a mí, estudiosa, dedicada en tus estudios y en todo lo quieras emprender algún día.

El amor es parte esencial de nuestras vidas y también quiero mencionar a mi novio el Ing. Isrrael Cortez por siempre estar a mi lado a lo largo de esta etapa educativa, apoyándome en todo momento, desde el principio hasta el final de mi tesis y que su inteligencia cada día DIOS se la multiplique, y que nuestros sueños se cumplan de la mano del Señor Jesús.

No elegí el camino más fácil, pero si el más hermoso, ING. AGRÓNOMA

Recordemos un título no te hace más que nadie, pero si nos hace una persona más humilde, honestos, y mostrar educación con las personas que están a nuestro alrededor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme las fuerzas que necesitaba para alcanzar la meta, por derramar bendiciones en mi vida; Porque todo lo puedo en Cristo que me fortalece y su espíritu siempre me guie por el camino de la verdad; a Él sea la gloria por siglos de los siglos.

Agradezco a mi padre el Sr. Emilio García Villegas por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se puede lograr, y por sacrificios que ha hecho para poderme preparar como profesional muchas gracias por todo papito.
TE AMO PADRE

Agradezco a mi madre la Sra. Juanita Bustamante Aguirre por inculcarme valores a mi vida y gracias por su amor y lucha por nuestra superación académica, espero tenerte a mi lado para compartir cada etapa de vida y veas que la semilla que sembraste dio un buen fruto. TE AMO MADRE

A mis hermanos Abigahil, Fabián, Yulissa por estar siempre a mi lado brindándome su motivación y consejos, también a mi sobrina Sasha por cada abrazo que fue como un aliento para seguir adelante cada día.

A mi novio el Ing. Isrrael Cortez por demostrarme ser una buena y excelente persona, este proyecto no lo hubiera hecho tan perfecto sin tu ayuda espero compartir más momentos felices a tu lado, te amo mi príncipe.

También a mi Asesor Técnico el Ing. Marlon López por sus conocimientos impartidos en mi tesis y el Ing. Marlon Pazos por la orientación a este proyecto y a mi demás maestros que me ayudaron con mi formación académica.

A mis amigas Yulissa, Gabriela y Blanca por compartir momentos de alegrías, aventuras y tristeza en todo este tiempo tanto como en el aula y en el hermoso campo de mi FACIAG.

ÍNDICE

I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
II. MARCO TEORICO	4
2.1. Origen del cultivo de Maíz	4
2.2. Importancia del cultivo	4
2.3. Distribución geográfica del maíz en el ecuador	4
2.4. Taxonomía del maíz	5
2.5. Morfología del maíz	5
2.5.1. Hojas	5
2.5.2. Tallo	6
2.5.3. Raíz	6
2.5.4. Inflorescencia	6
2.5.5. Fruto y semilla	7
2.5.6. Ciclo del cultivo vegetativo del maíz.	7
2.6. Siembra del cultivo de maíz	8
2.7. Suelo	8
2.8. Producción de maíz	9
2.9. Que es la compactación del suelo	9
2.9.1. Impacto de la compactación del suelo	10
2.9.2. Estrategia para evitar la compactación	11
2.9.3. Estudio de compactación en cultivos.	11
2.10. Que es el fósforo	12
2.10.1. Efecto del Fósforo en las plantas	13
2.10.2. Disponibilidad de fósforo en la planta	13
2.10.3. Movilidad del fósforo en el suelo	14
2.10.4. Deficiencia de fósforo en las plantas	15
2.10.5. Efecto del fósforo en la compactación del suelo	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Características del sitio experimental	16
3.2. Material de siembra	16
3.3. Métodos	17
3.4. Factores a estudiar	17

3.5. Tratamientos en estudio	18
3.6. Diseño Experimental.....	18
3.6.2. Análisis de varianza	19
3.6.3. Característica del Área Experimental	19
3.7. Manejo del ensayo.....	19
3.7.1 Análisis de suelo.....	19
3.7.2 Siembra	19
3.7.3 Riego.....	20
3.7.4 Fertilización.....	20
3.7.5 Controles fitosanitarios.....	20
3.7.6 Control de malezas.....	20
3.7.7 Cosecha	20
3.8. Datos a evaluar	21
3.8.1. Densidad aparente del suelo	21
3.8.2. Grado de compactación del suelo.....	21
3.8.3. Humedad del suelo.....	21
3.8.4. Altura de Planta.....	21
3.8.5. Profundidad de Raíz.....	21
3.8.6. Índice Foliar	22
3.8.7. Clorofila.....	22
3.8.8. Peso fresco y seco de la planta	22
3.8.9. Peso 100 semillas	22
3.8.10. Granos por mazorca	23
3.8.11. Relación grano – tusa.....	23
3.8.12. Rendimiento.....	23
3.8.13. Análisis económico.....	23
IV. RESULTADOS	24
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46
VII. RESUMEN.....	47
VIII. SUMMARY	48
IX. BIBLIOGRAFÍA	49
X. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Análisis de Varianza.....	55
Anexo 3. Graficos estadísticos.....	74

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1 Tratamientos estudiados en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) sembrado en diferentes grados de compactación y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG, UTB. 2020.	18
Cuadro 2 ADEVA	19
Cuadro 3. Altura de planta a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	24
Cuadro 4. Longitud de raíz a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	25
Cuadro 5. Porcentaje de clorofila a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	26
Cuadro 6. Porcentaje de clorofila a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG, 2020.	27
Cuadro 7. Índice foliar en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020. ..	28
Cuadro 8. Peso fresco de raíz a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	29
Cuadro 9. Peso seco de raíz a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	30
Cuadro 10. Peso fresco del follaje a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	31
Cuadro 11. Peso seco del follaje a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	32

Cuadro 12 Densidad aparente inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	33
Cuadro 13 Densidad aparente final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	34
Cuadro 14. Porcentaje de humedad inicial en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	35
Cuadro 15. Porcentaje de humedad final en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	36
Cuadro 16 Grado de compactación inicial en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	37
Cuadro 17 Grado de compactación final en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	38
Cuadro 18 Números de granos por mazorca en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020	39
Cuadro 19 Peso de 100 semillas en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	40
Cuadro 20 Relación grano - tusa en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	41
Cuadro 21 Rendimiento del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020. ...	42
Cuadro 22. Costos fijos del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020. ...	43
Cuadro 23. Análisis económico del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020.....	44

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Altura de planta a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	74
Gráfico 2 Longitud de raíz a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	74
Gráfico 3 Índice foliar en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020. ..	74
Gráfico 4. Peso fresco foliar, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 5 Porcentaje de clorofila a los 60 días a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 6 Porcentaje de clorofila a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 7. Peso seco foliar, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 8. Peso fresco de la raíz en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 9. Peso seco de la raíz, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 10 Densidad aparente inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 11. Humedad inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75

Gráfico 12. Densidad aparente final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 13. Humedad final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 14. Compactación de suelo inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 15. Compactación de suelo final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.	75
Gráfico 16. Granos por mazorca, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 17. Peso de 100 semillas, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 18. Relación grano - tusa, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.....	75
Gráfico 19. Rendimiento, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020. ..	75

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Analisis de suelo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Division de parcelas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Medidor de compactación	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Muestras, densidad aparente	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Establecimiento del maiz.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Area experimental	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Cultivo de maíz a los 40 días	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Medición del area foliar	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Aplicación de insecticidas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Medición de las raices.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Recolección de materia seca	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. Cultivo de maiz a los 85 dias.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Insecticida	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14 Relacion grano - tusa	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15. Cosecha.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16. Peso de la tusa	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17. Cosecha del cultivo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18. Visita del tutor	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Muestras de suelo.....	¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz (*Zea mays L.*) es una planta de ciclo corto, cuya producción es anual, forma parte del género *Zea*, familia de las gramíneas. El maíz amarillo duro que se cultiva en Ecuador es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su contenido de fibra, carbohidratos y su nivel de rendimiento en la molienda. La temporada cosecha más alta se da a partir del mes de Julio – Octubre.

En la actualidad el 57% de la producción nacional de maíz se destina para el consumo de la avicultura, el 6% de alimentos balanceados para otros animales, el 25% se destina a la exportación de Colombia y para la industria de consumo humano el 4%. La cantidad restante es aprovechada para el consumo del país y semilla. En mucho de los casos Ecuador exporta subproductos a base de maíz.¹

Durante el año del 2017, en Ecuador se produjeron cerca de 1,20 millones de toneladas de maíz en más de 200 000 hectáreas sembradas en el país, de acuerdo con estadísticas de la Corporación Tierra Fértil, en el cantón Ventanas, Los Ríos. La producción se ha mantenido en cifras constantes durante los últimos tres años, incluidos Loja, Los Ríos y Santa Elena. Mientras que El Oro fue la provincia que superó el promedio nacional con 7,63 t.ha⁻¹, y la de menor producción fue Guayas con 4,50 t/ha (Castillo 2018).

Los factores que influyen en la producción y rendimiento del cultivo de maíz es la, fertilización, presencia de plagas, enfermedades y principalmente la variabilidad que muestran los suelos en su textura como arena, limo, arcilla y suelos francos. A su vez cambios que se generan a nivel estructural ya sea laminar, bloques, granular y prismática. Estos componentes pueden generar dificultades en el desarrollo fisiológico del cultivo de maíz, ya que interviene la compactación del suelo y la erosión. Por lo tanto, se debe realizar una inspección del área previa a la siembra o establecimiento del cultivo.

¹ San Camilo Comercializadora de granos S.A: Maíz en el Ecuador; <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, cuando se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas. En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua (Deras s.f.).

La compactación del suelo puede ser definida como la compresión de una masa de suelo a un volumen más pequeño. En éste proceso, cambios en las propiedades de la densidad son acompañados por cambios en las propiedades estructurales, en la conductividad térmica e hidráulica y en las características de la transferencia de gases en el suelo. Esto a su vez afectan balances químicos y biológicos. En pocas palabras, el ambiente del suelo es alterado de tal manera que todos los procesos del suelo son afectados en mayor o menor extensión dependiendo del grado de compactación (López 2002).

Los procesos de degradación del suelo inciden directamente en la disponibilidad del fósforo (P). La compactación aumenta la resistencia mecánica a la penetración de las raíces, disminuyendo el volumen de suelo que puede ser explorado. Por otra parte, la pérdida de P por escorrentía superficial reduce el P que es más disponible para las plantas. Sin embargo, la disminución de la disponibilidad espacial y química del P puede ser compensada por plantas que usan en forma más eficiente el P. La erosión aumenta las pérdidas de P por escorrentía superficial, lo cual acelera los procesos de eutroficación. Sin embargo, la agricultura de alto rendimiento es dependiente del uso de fertilizantes fosforados (Cabeza s.f.).

Esto ha despertado el interés de evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) sembrado en diferentes grados de compactación y dosis de fósforo en la zona de Baba, el cual mostrara datos bajo un rigor científico de investigación, los mismo que se desconocen por no haber anteriores investigaciones en este trabajo.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fertilizantes fosfatados en la zona de Baba.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz en suelos compactados.
- Conocer la mejor dosis de fósforo en suelos con alto grado de compactación.
- Analizar la relación costo beneficio del cultivo de maíz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cultivo de Maíz.

Acosta (2009) indica que el maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492. El maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala). El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno - seco estacional en alternancia con las lluvias de verano – y en una región montañosa. Este fue cultivado en forma de maíz silvestre.

Mangelsdorf (2018) expresa que el maíz, tal como lo conocemos, es una planta totalmente domesticada. La más eficiente productora de grano entre todas las gramíneas, la cual no puede sobrevivir sin la ayuda humana, debido a que no tiene forma de propagar las semillas. Los granos de maíz se agarran con fuerza a la mazorca, si dejara simplemente caer al suelo, brotarían tantos plantones juntos que, con toda probabilidad, ninguno llegaría a la madurez. La mazorca, con sus centenares de variedades actuales, ha sido creada por el ser humano, para sus propios fines, a lo largo de siglos de reproducción selectiva.

2.2. Importancia del cultivo

Keleman & Hellin (2009) citado por Coral (2017) detalla que en el mundo, entre todos los cereales existentes, el maíz es el producto agrícola más importante, ha desplazado al trigo de este sitio y se perfila como el grano más valioso, esto debido a la gran versatilidad de usos, debido a que puede consumirse como alimento humano en forma directa, utilizarse también en alimento para ganado o puede transformarse industrialmente en productos con mayor valor agregado.

2.3. Distribución geográfica del maíz en el Ecuador

El cultivo de maíz se encuentra distribuido en todo el país. En la Sierra se reconocen tres grandes zonas, de acuerdo con los tipos de grano que se cultivan en cada una de ellas; estas zonas son: Norte, que comprende las áreas maiceras de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, donde predomina el cultivo de maíces amarillos harinosos: Chaucho, Huandango, Mishca y Chillos; Central, conformada por las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, donde se cultivan variedades de grano blanco harinoso pertenecientes a las razas Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano, principalmente; y la Zona Sur que integra las provincias de Azuay, Cañar y Loja, cultivándose la variedad Zhima. En la Costa ecuatoriana se cultivan preferentemente maíces de grano amarillo duro o blancos duros, que pasan por un proceso de transformación para ser consumidos. En el litoral se siembra maíz hasta los 1 200 msnm; en cambio, en la Sierra la siembra se realiza en valles y laderas con alturas de entre 1 800 a 2 900 msnm (Chaqui 2013).

2.4. Taxonomía del maíz

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Tribu: Maydeas

Género: Zea

Especie: *Zea mays* (Valverde 2015).

2.5. Morfología del maíz

2.5.1. Hojas

Ortas (2008) manifiesta que las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas.

Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción. La hoja se compone de vaina, lámina y lígula.

2.5.2. Tallo

León (1968) citado por Yépez (s.f.) explica que el tallo es cilíndrico, leñoso y conforme se desarrolla se va haciendo algo ovalado, con un sencillo rayado longitudinal, erguido y robusto. Presenta de 8 a 15 nudos y con entrenudos bastante gruesos hacia la base y largos en la parte superior, con longitudes que varían entre 15 a 20cm. La altura que alcanzan los tallos varía de 0,60 m. hasta más de 3 m. El tallo consta de las siguientes partes epidermis, pared y medula. El ritmo de crecimiento del tallo se verifica por el alargamiento de los entrenudos sin que aumente el número de estos, esta forma de crecimiento se llama intermodal.

2.5.3. Raíz

Mera y Montañó (2015) expresan que en el maíz se pueden distinguir 3 tipos de raíces; la raíz primaria seminal junto con las raíces seminales adventicias, que acumulan un 52,48% de la masa total de la raíz y las raíces nodales con el restante 47,52%. Cabe recalcar que, en el transcurso de la vida de la planta, aparecen a la altura del segundo o tercer nudo por encima del suelo algunas raíces adventicias o de anclaje, cuya principal función es mantener a la planta de pie, evitando así el acame de la misma.

2.5.4. Inflorescencia

Gaucho (2014) indica que es una planta monoica pues presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, además cada flor que compone la panícula contiene tres estambres donde se desarrolla el polen. Mientras que la inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas (granos de maíz) agrupadas a lo largo de un eje, esta

mazorca se halla cubierta por hojitas de color verde, terminando en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por estilos.

2.5.5. Fruto y semilla

Paliwal (2001) menciona que el grano o fruto del maíz es un cariósipide. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste en tres partes principales; la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La parte más externa del endospermo en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona. La estructura del endospermo del maíz es muy variable y le da al grano distintas apariencias. El maíz se puede clasificar diferentes tipos basados en el endospermo.

2.5.6. Ciclo del cultivo vegetativo del maíz.

De acuerdo a lo manifestado por Rojas (2010), el maíz presenta el siguiente ciclo vegetativo:

Nascencia: es el período desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, la cual duración aproximada es de 6 a 8 días.

Crecimiento: a los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

Floración: a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos.

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación.

Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica.

2.6. Siembra del cultivo de maíz

Barton (2012) detalla que un factor crítico al momento de la siembra es la distribución espacial de la semilla, la cual debemos valorar en sus tres dimensiones: distancia entre hileras, distancia entre semillas en la hilera y profundidad de siembra y por otra parte la época de siembra. La uniformidad entre plantas (ancho de hilera x distancia entre plantas) nos asegura que no exista competencia por agua, luz y nutrientes, logrando un crecimiento uniforme del cultivo, rápida cobertura de malezas y mejor aprovechamiento de todos los tratamientos fitosanitarios y de fertilización. La profundidad de siembra uniforme nos da una emergencia homogénea, que evita el atraso en el crecimiento que inevitablemente ocurre en las plantas de nacimiento tardío.

2.7. Suelo

Deras (s.f.) indica que el maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas. En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5,5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrientes.

Villaseca y Novoa (1987) explican que el maíz es una planta de gran desarrollo vegetativo, en consecuencia, posee un abundante y profundo arraigamiento. Se estima como óptima una profundidad del suelo superior a 100 centímetros para lograr altos rendimientos, aun cuando puede ser cultivado en suelos de profundidad efectiva superior a 40 centímetros, siempre que descansa sobre un sustrato abierto al paso de las raíces (piedras con matriz arenosa, por ejemplo).

En cuanto a texturas, lo óptimo son suelos de texturas medias (franco). Sin embargo, el cultivo tolera texturas que varían de moderadamente gruesas (franco arenosas) a finas (arcillosas). El grado de acidez o alcalinidad, denominado pH, que soporta, varía de 5,6 (medianamente ácido) a 8,4 (moderadamente alcalino), siendo óptimo un pH de 5,6 a 6,5.

2.8. Producción de maíz

Caviedes (2019) menciona que de acuerdo a las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la productividad promedio del maíz en el Ecuador fue de 3,17 t.ha⁻¹ y la producción de semillas tanto de cultivares nacionales como importados fue de 12 000 toneladas, volumen insuficiente para cubrir las necesidades de los productores ecuatorianos. El incremento más importante y significativo en productividad se ha visto reflejado en la producción de maíz duro, gracias al aporte de híbridos de maíz de alto rendimiento y buenas características agronómicas generados por el INIAP y por la introducción de nuevos híbridos por parte de la empresa privada. Se estima que costos de producción de maíz duro son más altos para la producción de grano comercial en términos porcentuales corresponden a los rubros de fertilización y cosecha (21,16 % y 20,66 %, respectivamente), con una relación beneficio/costo de 1,20 lo que refleja su rentabilidad.

2.9. Que es la compactación del suelo

Fertilab (2014) manifiesta que la compactación del suelo implica un reordenamiento de las partículas sólidas y como consecuencia la densidad aparente del suelo aumenta, es decir, el fenómeno de la compactación del suelo es el resultado de una fuerza aplicada que destruye la estructura y colapsa o disminuye los poros, lo que limita el espacio para el almacenamiento o movimiento del aire y el agua en el suelo. Además, es una de las principales causas de restricción física del crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas. La mayor parte de la compactación que limita el desarrollo óptimo de los cultivos es causada por el paso de las ruedas de la maquinaria agrícola.

González et al. (2009) expresan que el suelo constituye un recurso esencial para el desarrollo económico-social y es el sostén físico y químico de todos los ecosistemas terrestres. Su degradación es definida como la pérdida a largo plazo en la función y productividad de los ecosistemas, causada por alteraciones, a partir de las cuales el suelo no puede recuperarse sin ayuda. Entre los factores provocantes de degradación física del suelo se encuentra la compactación, la cual ha sido considerada como la principal causa de degradación del suelo. Esta compactación provoca que la planta disminuya su crecimiento radicular y por ende la posibilidad de obtener más nutrientes, agua y aire. El suelo exhibe escorrentía superficial, endurecimiento y mala aireación.

2.9.1. Impacto de la compactación del suelo

De los tres factores principales que tienen incidencia en la compactación de suelos es el uso de maquinaria agrícola. Las grandes superficies cultivadas llevaron a productores y fabricantes de maquinarias agrícolas a tener la necesidad de usar máquinas cada vez más grandes y de mayor capacidad de trabajo. Podemos decir que la estructura de suelo ideal se compone de un 50% del suelo, 25% de espacio de agua y 25% del espacio con aire. Las raíces necesitan agua y oxígeno para poder desarrollarse, y además debe existir un espacio poroso adecuado entre las partículas del suelo por el que puedan ir creciendo. El principal obstáculo con el que se puede encontrar la raíz en su crecimiento es el impedimento mecánico que puede deberse tanto a la presencia de rocas u horizontes muy pedregosos a poca profundidad (PROAIN 2019).

García et al. (2010) indican que los suelos con estructura preservada apenas tienen restricciones por déficit hídrico y por el contrario, cuando la compactación aumenta a niveles excesivos la aireación puede afectarse si la humedad es alta y por otra parte, en condiciones de suelo seco, la resistencia del suelo puede restringir el crecimiento de las plantas. En este contexto se plantea que el IAO (Instituto agrícola de Ultramar) significa un avance en el estudio físico del suelo porque integra, en un solo parámetro, la densidad aparente, la resistencia y la aireación y, por tanto, correlaciona mejor con el crecimiento de las plantas.

2.9.2. Estrategia para evitar la compactación

Álvarez y Fernández (2015) detallan que existen distintas estrategias para manejar la compactación en suelos agrícolas basadas en su prevención o en su remediación. Entre ellas se encuentran el tránsito controlado, aplicar menor presión de neumáticos, el momento del tránsito, la descompactación, el aumento del contenido de materia orgánica, actividad de raíces, entre otras. Para conocer el beneficio económico de aplicar estas estrategias es necesario, por un lado, conocer el costo de la práctica y, por otro, el impacto de la compactación sobre el rendimiento y/o el aumento que produce ésta en los costos de producción (mayor requerimiento de fertilizantes, o energía en la siembra).

2.9.3. Estudio de compactación en cultivos.

Somoza y Sánchez (2000) mencionan que los análisis realizados en las modificaciones de algunas propiedades físicas causadas por la compactación fueron evaluados en base a los rendimientos en grano obtenidos por el frijol y el maíz, en el cual se vieron afectados conforme al grado de compactación producida por los tratamientos, aumentó con relación al testigo, siendo significativos sus valores a partir del tratamiento de 10 pases de grada. Existió una marcada influencia negativa de los grados de compactación provocados por los tratamientos de laboreo intensivo, comparados con el testigo, con respecto a la porosidad estructural, la colonización radical y los rendimientos de frijol y maíz.

López et al. (2018) detallan que el objetivo del siguiente estudio fue caracterizar el problema de compactación en la superficie mecanizada cultivada con maíz. Los resultados muestran que 83,3 % del área estudiada presentó compactación superficial y 94,6 % compactación en el subsuelo (piso de arado). Los productores señalaron que en años con períodos críticos de sequía los rendimientos se reducen 58%, lo cual está correlacionado con la disminución de la porosidad a consecuencia de la compactación. Se identificaron como causas principales de la compactación al laboreo intensivo con maquinaria 100% de los sitios, el contenido muy bajo de materia orgánica 100% y el tipo de suelo (luvisoles y acrisoles). La atención del problema de compactación requiere de una estrategia integral de

carácter correctivo y preventivo que debe tomar como elemento central la elevación de los contenidos de materia orgánica, para revertir la actual gestión insostenible de la tierra.

De acuerdo al estudio realizado en el efecto de la compactación de suelos sobre el rendimiento del maíz (Forsythe et al. 2005) indican que la compactación de suelos se puede evaluar a través de indicadores debido a que:

1) puede significar una reducción de porosidad (densificación), que se refleja en un aumento de la densidad aparente (DA). 2) reducción del tamaño de los poros, lo que se refleja en el aumento de microporos y la reducción de la conductividad hidráulica (CH) o la rata de infiltración estabilizada (RI); y 3) el aumento de la resistencia mecánica (dureza) a la penetración por las raíces, lo que se refleja en la resistencia a la penetración (RP) por un penetrómetro a una humedad estándar, generalmente la capacidad de campo (CC).

2.10. Que es el fósforo

SACSA (2019) menciona que el fósforo es uno de los tres principales nutrientes que la planta necesita para prosperar: fósforo (P), nitrógeno (N) y potasio (K). Funciona como uno de los principales actores en la fotosíntesis, transportador de nutrientes y transmisor de energía. El fósforo también afecta a la estructura de la planta a nivel celular. Una planta con la cantidad correcta de este elemento va a crecer vigorosamente y madurará más temprano que las plantas que no lo tienen. El fertilizante comercial se crea procesando fosfato de rocas. El fósforo sólo está disponible para las plantas cuando la roca ha sido procesada y hecha fertilizante.

Boschetti y Quintero (s.f.) detallan que el fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. La solubilidad de estas formas, y por lo tanto su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones fisicoquímicas y biológicas, las que a su vez afectan la productividad de los suelos. Las transformaciones del fósforo entre formas orgánicas e inorgánicas están estrechamente relacionadas, dado que el fósforo inorgánico es una fuente para

los microorganismos y las plantas, y el fósforo orgánico al mineralizarse repone el fósforo de la solución.

2.10.1. Efecto del Fósforo en las plantas

Axayacatl (2017) explica que los ácidos nucleicos (ADN y ARN) son compuestos orgánicos que incorporan fósforo. Este elemento también es indispensable para la formación de varias enzimas, fosfoproteínas y fosfolípidos. También es importante en todos los procesos de transferencia de energía de la planta, entre ellos la fotosíntesis y forma parte de compuesto fosfatados ricos en energía, tales como el adenosín difosfato (ADP) y el adenosín trifosfato (ATP). Este elemento se encuentra dentro de las sustancias que conforman los genes y cromosomas. Por ello es un elemento importante para la transferencia de la información genética de una generación a otra.

Las plantas absorben al fósforo mayoritariamente como fosfato diácido (H_2PO_4^-) y diez veces más lento y en menor medida como fosfato monoácido (H PO_4^{-2}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que el pH sube a partir de 6,5. El fósforo en las plantas forma parte de moléculas que proporcionar energía en las reacciones químicas como puede ser la adenosina trifosfato. Realiza una función clave en la fotosíntesis, la respiración celular y todo el metabolismo energético. Presente en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos. Tiene una función metabólica, en la regulación de la síntesis y transporte de hidratos de carbono. Favorece el desarrollo de las raíces al comienzo de la vegetación (Edith 2017).

2.10.2. Disponibilidad de fósforo en la planta

Si la disponibilidad de fosfatos en suelo está en un rango normal, las dosis requeridas de aplicación deberían corresponder a la cantidad de fósforo extraída por la cosecha. Como una parte del fosfato disponible se vuelve no disponible, las dosis de aplicación deberían estar entre 10 y 50% por encima de la cantidad de fósforo absorbida por el cultivo. Las dosis aplicadas generalmente oscilan entre 20 y 80 kg de P ha⁻¹ según la especie cultivada y las condiciones del suelo. Los

cultivos con altas tasas de crecimiento y que producen grandes cantidades de material orgánico, tienen una mayor demanda. Esto se aplica para todos los cultivos, como maíz, alfalfa, producción intensiva de forraje, papas y remolacha azucarera. (Fernandez y Ferraris 2007).

La forma química disponible del fósforo es el ortofosfato, pero por su alta reactividad y demanda de la biota, esta forma es rápidamente disminuida de la solución del suelo. Por lo que es necesario que la biota adquiera este elemento de otras formas químicas. Entre ellas, las formas orgánicas representan la principal fuente de este nutriente mediante la mineralización bioquímica producto principalmente de la comunidad bacteriana del suelo. Entre los compuestos organofosforados, los ésteres de fosfatos son los más fáciles de mineralizar, por la poca demanda energética en la producción de las enzimas involucradas en dicho proceso. Por otro lado, la mineralización de los fosfonatos puede representar una fuente alternativa de P disponible, a pesar de que se había considerado que esta forma química no era accesible por la complejidad de sus moléculas (Tapia y García 2013).

2.10.3. Movilidad del fósforo en el suelo

El Equipo del Proyecto Fertilizar - INTA Pergamino (2016) menciona que:

El movimiento del P se realiza principalmente por difusión, y en mucho menor medida por flujo masal.

Los factores principales que influyen en el ritmo de difusión son:

- Constante de solubilidad del fósforo: es una propiedad química intrínseca del elemento
- Gradiente de concentración de fósforo entre dos puntos considerados
- Distancia entre los puntos entre los que se realiza la difusión y tortuosidad del medio.
- Humedad: la difusión se realiza en medio acuoso, por lo que se transforma en un factor crítico.
- Temperatura: la difusión del fósforo aumenta con el incremento de la temperatura.

Por las características de movilidad del fósforo mencionadas previamente, el fertilizante fosfatado debería ser colocado a la siembra y lo más cerca de las semillas.

2.10.4. Deficiencia de fósforo en las plantas

Intagri S.C. (2017) indica que, debido a un bajo contenido de fósforo en la planta, sus funciones se ven limitadas por el contenido crítico del nutrimento, por lo que el vegetal presenta síntomas visibles. Los efectos marcados en la planta que reflejan una falta de fósforo son diversos: Retraso en el crecimiento vegetativo. Menor expansión foliar. daños en órganos reproductivos, retraso de floración daños en la formación de semillas, baja germinación de semillas, poco desarrollo radical, color verde oscuro en follaje, bordes de hojas rojizos o purpura, tallos cortos y delgados.

Plantas con deficiencia de fósforo son más pequeñas y crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo. La deficiencia de fósforo normalmente es visible en plantas de maíz jóvenes, porque el nutriente se moviliza y se desplaza fácilmente en la planta. Las plantas afectadas tienen un color verde oscuro y las puntas y los márgenes de las hojas más viejas tienen un color rojizo-morado. Las hojas nuevas no tendrán esta coloración. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas. Hay también un menor cuajado de los frutos (Rizo 2010).

2.10.5. Efecto del fósforo en la compactación del suelo

Gueçaimburu et al. (2019) mencionaron que la compactación aumenta la resistencia mecánica del suelo, disminuyendo el volumen que puede ser explorado por las raíces y, por lo tanto, disminuye el acceso espacial a nutrientes y agua. Este proceso es más importante para nutrientes como el P, que tiene poca movilidad en el suelo. El transporte de los nutrientes desde el suelo a las raíces se realiza por dos mecanismos principales: flujo masal y difusión. Sin embargo, en el caso de los nutrientes poco móviles, sólo pequeñas cantidades llegan a las raíces por flujo de masa. Así, más del 95% del P absorbido llega a las

raíces por difusión. La compactación altera el tamaño y distribución del sistema poroso, afectando el contenido volumétrico de agua del suelo y así el movimiento de fósforo en el suelo, disminuyendo las fracciones más lábiles de fósforo. La compactación también limita el fósforo disponible por decrecimiento del espesor de las láminas de agua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

Esta investigación se llevó a cabo en la zona Isla de Bejucal, finca hermanos Vinces, ubicada en el Km 1,5 de la vía Baba, con altitud de 11 msnm y coordenadas

1°41`00" S y 79°38`44" W.

La zona presenta un clima tropical con temperaturas que oscilan de 24 a 26°C y precipitación entre 1250 mm a 2000 mm, época lluviosa de 5 meses y época seca de 7 meses; una humedad relativa de 77 % y 987 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo presenta topografía plana, textura franca – arcilloso. ²

3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizará la híbrido “Advanta 9735”, cuyas características se detallan a continuación:

- Ciclo vegetativo 120 a 130 días

² AOICORP: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Baba; 2014-2019.
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1260000300001_PDOT%20BABA%20version%20final%2015-03-2015_14-59-03.pdf

- Altura de planta 2,24 m – 2,35 m
- Altura a la inserción a mazorca 1,01 – 1,10 m
- Días a la floración 54
- Granos por hileras 35 - 40
- Número de hileras por mazorca 18 - 20
- Color del grano: Amarillo naranja
- Textura del Grano: semi cristalino
- Rendimientos superiores a 220 qq/ha.³

Híbrido tropical de grano Amarillo de alto rendimiento y estabilidad en las regiones maiceras del Ecuador. Planta de porte medio con tolerancia al acame. Excelente sanidad a las principales enfermedades tropicales. Grano semidentado de excelente calidad y color. Le favorecen poblaciones promedio de 55-60 Mil pts/ha a cosecha, para ellos sembrar entre (60 - 65 Mil semillas/ha). Presenta amplia adaptabilidad de ambientes tropicales. Si la siembra es manual, sembrar 1 semilla por sitio, dejando 20 cm entre planta. Si la siembra se realiza con máquina, ajustar la sembradora para que deje de 5 a 6 semillas por metro lineal, para que germinen 50 plantas en 10 metros lineales (EQUAQUIMICA s.f.).

3.3. Métodos

En la presente investigación se empleó los métodos siguientes:

- Deductivo – inductivo; Inductivo – deductivo y experimental.

3.4. Factores a estudiar

Variables dependientes: comportamiento agronómico del maíz

Variable independiente: grado de compactación y dosis Fósforo.

³ Farmagro: Advanta 9313; 2016:
http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/programa_pdf/folleto_maiz_advanta_2_curvas.pdf

3.5. Tratamientos en estudio

Se evaluaron los tratamientos, constituidos por grados de compactación del suelo y aplicación de fósforo con sus respectivas dosis, tal como se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 1 Tratamientos estudiados en el ensayo: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) sembrado en diferentes grados de compactación y dosis de fósforo en la zona de Baba. *FACIAG, UTB. 2020.*

Tratamiento	Parcelas divididas	Niveles de compactación Dosis de Fósforo Kg/Ha
T1	a1 X b1	Compactación 1 + 75 kgP ₂ O ₅
T2	a1 X b2	Compactación 1 + 100 kgP ₂ O ₅
T3	a1 X b3	Compactación 1 + 0 kgP ₂ O ₅
T4	a2 X b1	Compactación 2 + 75 kgP ₂ O ₅
T5	a2 X b2	Compactación 2 + 100 kgP ₂ O ₅
T6	a2 X b3	Compactación 2 + 0 kgP ₂ O ₅
T7	a3 X b1	Compactación 3 + 75 kgP ₂ O ₅
T8	a3 X b2	Compactación 3 + 100 kgP ₂ O ₅
T9	a3 X b3	Compactación 3 + 0 kgP ₂ O ₅

*Compt 1: Suelo compactado (Alto)

*Compt 2. Suelo compactado (Medio)

*Compt. 3 Suelo no compactado (Bajo)

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completo al Azar con arreglo factorial A x B.

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.2. Análisis de varianza

Cuadro 2 ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Tratamiento	8
Error Experimental	16
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A x B	4
Total	26

3.6.3. Característica del Área Experimental

Área del ensayo (m ²):	479,4
Número de hileras por parcela experimental:	6
Longitud de las hileras (m):	2,40
Distancia de siembra hilera (m):	0,80
Distancia entre planta (m)	0,20
Separación entre parcelas experimentales (m):	1,50

3.7. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo y producción, tales como:

3.7.1 Análisis de suelo

Previo a la siembra se realizó un análisis químico de suelo, tomando una muestra compuesta al azar a una profundidad de 0 a 25cm.

3.7.2 Siembra

Anterior a la siembra se estableció el área para cada tratamiento y repetición. Posteriormente se depositó una semilla por sitio, con la ayuda de un espeque, a distancias de 0.80 m x 0.20 m entre plantas e hileras respectivamente y se utilizó

Thiodicard con una dosis de 250 cc/Ha para impregnar en la semilla previo a la siembra y aproximadamente se uso 1.80 libras de maíz para la siembra.

3.7.3 Riego

Se efectuaron según las necesidades hídricas, textura del suelo y condiciones climáticas que se presentaron.

3.7.4 Fertilización

Se aplicó el fertilizante según los requerimientos nutricionales del cultivo dados por el INIAP. El fósforo fue colocado en hoyos a cinco centímetros de la siembra. El producto utilizado fue DAP (18% N – 46% P₂O₅) como fuente de fósforo. Los fertilizantes nitrogenados y potásicos fueron incorporados a los 15 y 40 días después de la siembra, para lo cual se requirió 150 kg/Ha de urea y 120 kg/Ha muriato de potasio aplicados por sitio, cuya dosis fueron dividida en dos partes. La fertilización foliar completo fue nutritafol en 2 kg/Ha.

3.7.5 Controles fitosanitarios

Se efectuaron monitoreos continuos para determinar la presencia de plagas y enfermedades, para su respectivo control. Se utilizó Chlorpyrifos 0,70 l/Ha y Spinetoram 0,33 l/Ha para el control de Spodoptera frugiperda, a su vez se aplicó Imidacloprid 0,30 l/Ha para el control de pulgones. La aplicación se realizó tres veces durante el ciclo del maíz.

3.7.6 Control de malezas

Se aplicó herbicida pre-emergente Pendimetalin 3.0 L/Ha y un herbicida de contacto Paraquat a razón de 2 L /Ha, durante el ciclo del cultivo se realizó el control de malezas de forma manual mediante el empleo de un machete corto (rabón).

3.7.7 Cosecha

Antes de la cosecha se procedió a verificar un adecuado llenado de semillas en las mazorcas, para satisfacer y obtener un producto tipo comercial. Luego se cosecho de forma manual en cada parcela experimental.

3.8. Datos a evaluar

3.8.1. Densidad aparente del suelo

Se tomó muestras de suelo al inicio y al final de cada tratamiento en estudio, con un cilindro de 251cm³, luego se procedió a llevar al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTB, donde se determinó la densidad aparente que presente el suelo y se midió expresando el valor en g/cm³.

3.8.2. Grado de compactación del suelo

Se realizó al inicio y final del ciclo del cultivo, para lo cual se utilizó un penetrómetro para tomar los datos de compactación en cada parcela experimental. Se expresó en libra de fuerza por pulgada cuadrada (PSI).

3.8.3. Humedad del suelo

La evaluación se realizó tomando muestras de suelo en cada parcela establecida al inicio y al final, luego se llevó al laboratorio donde fueron pesadas en húmedo y puestas en la estufa para luego registrar el peso seco; finalmente se comparó el primer peso y los datos del suelo seco para establecer el porcentaje de humedad.

3.8.4. Altura de Planta

Se evaluó la altura en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela experimental, las cuales fueron medidas desde la base de la planta hasta la base peciolar de la espiga, cuyo dato fue tomado en la época de floración y los resultados se expresaron en metros.

3.8.5. Profundidad de Raíz

En 10 plantas tomadas al azar se determinó la longitud, desde el cuello hasta la

raíz más larga en profundidad a los 60 días después de la siembra, su promedio se expresó en cm.

3.8.6. Índice Foliar

Se determinó primero el área foliar en 10 plantas por unidad de estudio, se midió el largo (L.H) y el ancho (A.H) de la hoja, que se encontraba frente a la mazorca y luego se procedió a multiplicar largo por ancho y el resultado fue multiplicado por el factor 0.75, luego se sumaron los valores obtenidos de cada hoja por planta, para promediar y expresarlos en cm.

$$\text{Área Foliar} = L.H \times A.H \times 0.75$$

Posteriormente se evaluó el área de suelo ocupada por planta. Y finalmente, el índice foliar (IAF) se obtuvo dividiendo el área foliar de la planta entre el área de suelo ocupada por ésta, aplicando la siguiente fórmula, expresándose en m²/planta.

$$\text{Índice Foliar} = IAF = \left(\frac{(\text{Área Foliar})(\text{Densidad Población})}{\text{Área Sembrada}} \right)$$

3.8.7. Clorofila

Para la evaluación de este dato, se utilizó un medidor de clorofila por lo cual se tomó 5 plantas de cada parcela experimental su resultado se expresó en porcentaje.

3.8.8. Peso fresco y seco de la planta

Se evaluaron 10 plantas las cuales fueron tomadas al azar de cada tratamiento a los 60 días, se pesaron en estado fresco las raíces y área foliar, luego 6 días después, se volvieron a pesar las raíces y área foliar en seco determinar el peso promedio de raíz y parte foliar. Se utilizó una estufa a 65°C, los resultados se expresaron en gramos.

3.8.9. Peso 100 semillas

Se pesó cien semillas de cada unidad experimental, fueron semillas escogidas y

sanas. Finalmente se expresó el resultado en gramos.

3.8.10. Granos por mazorca

Se evaluó colectando diez mazorcas al azar de cada parcela experimental al momento de la cosecha, contando todos los granos que en ella estuvieran y que no presentaran defectos, su resultado se expresó en unidad.

3.8.11. Relación grano – tusa

Se tomaron al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron y se procedió a pesar separadamente grano y tusa, estableciéndose la relación mediante una división de ambos pesos en gramos.

3.8.12. Rendimiento

El rendimiento se obtuvo mediante el peso de los granos proveniente de cada parcela cosechada y luego se secó hasta alcanzar 14% de humedad. El resultado fue expresado en Kg/ha.

3.8.13. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del rendimiento en Kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de la planta

En el cuadro 3, se muestran los promedios de altura de planta a los 60 días después de la siembra. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro que no hay significancia estadística, al igual que en las interacciones; mientras que en el factor fósforo (B) si presento significancia. El coeficiente de variación fue de 6,93%.

En los niveles de compactación el que sobresalió matemáticamente fue el nivel de compactación 3 (2,39 m). La dosis de fósforo a 100 kg/ha (2,40 m) fue estadísticamente igual a la aplicación de 75 kg/ha (2,26 m) presentando significancia, siendo mayor a la dosis 0 kg/ha. En las interacciones el mayor crecimiento en altura se vio en el T8 aplicando 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (2,47 m).

Cuadro 3. Altura de planta a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios m
Compactación 1		2,21 ns
Compactación 2		2,24
Compactación 3		2,39
	75	2,26 ab
	100	2,40 a
	0	2,17 b
T1 Compactación 1	75	2.20 ns
T2 Compactación 1	100	2,41
T3 Compactación 1	0	2,02
T4 Compactación 2	75	2,15
T5 Compactación 2	100	2,34
T6 Compactación 2	0	2,23
T7 Compactación 3	75	2,44
T8 Compactación 3	100	2,47
T9 Compactación 3	0	2,27
F. cal. Factor A		3,41 ns
F. cal. Factor B		4,89 *
F. cal. Factor A*Factor B		1,00 ns
C.V. (%)		6,93

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significativo.

4.2. Longitud de la raíz

En el cuadro 4, se muestran los promedios de longitud de raíz a los 60 días después de la siembra. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia estadística, al igual que en el factor fósforo (B) y sus interacciones. El coeficiente de variación fue de 14,83%.

En los niveles de compactación el que sobresalió matemáticamente fue el grado de compactación 3 (45,66 cm) que presento una mayor longitud de raíz. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (43,96 cm) fue el que supero matemáticamente a las demás concentraciones, no presentando significancia. En las interacciones el mayor crecimiento en longitud de raíz se mostró en el T8 aplicando 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (49,67 cm).

Cuadro 4. Longitud de raíz a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios cm
Compactación 1		38,97 ns
Compactación 2		44,06
Compactación 3		45,66
	75	42,09 ns
	100	43,96
	0	42,63
T1 Compactación 1	75	37.63 ns
T2 Compactación 1	100	36.40
T3 Compactación 1	0	42.87
T4 Compactación 2	75	39.67
T5 Compactación 2	100	45.80
T6 Compactación 2	0	46.70
T7 Compactación 3	75	48.97
T8 Compactación 3	100	49.67
T9 Compactación 3	0	38.33
F. cal. Factor A		0.61 ns
F. cal. Factor B		4.78 ns
F. cal. Factor A*Factor B		1.14 ns
C.V. (%)		14.83

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia

4.3. Porcentaje de clorofila a los 30 días

En el cuadro 5, se muestran los porcentajes de clorofila a los 30 días después de la siembra. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, al igual que en el factor fósforo (B), mientras que en sus interacciones hubo significancia. El coeficiente de variación fue de 6,60%.

El grado de compactación 3 (65,69 %) resulto siendo superior a los demás niveles de compactación y estadísticamente igual a la compactación 2 (61,47 %), mostro alta significancia con mayor porcentaje de clorofila. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (64,44 %) fue superior matemáticamente a las demás concentraciones y a su vez estadísticamente igual a la dosis de 75 kg/ha (61,04 %), presentando alta significancia. En las interacciones se mostró mayor concentración de clorofila en el T8 a 100kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (70,17 %) siendo estadísticamente igual al T7 (69,20 %).

Cuadro 5. Porcentaje de clorofila a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (%) 30 días
Compactación 1		51,63 b
Compactación 2		61,47 a
Compactación 3		65,69 a
	75	61,04 a
	100	64,44 a
	0	53,30 b
T1 Compactación 1	75	50.63 d e
T2 Compactación 1	100	57.93 b c d
T3 Compactación 1	0	46.33 e
T4 Compactación 2	75	63.30 a b c
T5 Compactación 2	100	65.23 a b c
T6 Compactación 2	0	55.87 c d e
T7 Compactación 3	75	69.20 a b
T8 Compactación 3	100	70.17 a
T9 Compactación 3	0	57.70 c d e
F. cal. Factor A		30,30 **
F. cal. Factor B		19,00 **
F. cal. Factor A*Factor B		0,88 *
C.V. (%)		6.60

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo

4.4. Porcentaje de clorofila a los 60 días.

En el cuadro 6, se muestran los porcentajes de clorofila a los 60 días después de la siembra. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro significancia estadística, mientras que el factor fósforo (B) hubo alta significancia y en sus interacciones si hubo significancia. El coeficiente de variación fue de 3,21%.

El grado de compactación 3 (67,77 %) resulto siendo superior a los demás niveles de compactación y estadísticamente igual a la compactación 1 (65,31 %), mostraron significancia. La dosis de fósforo a 75 kg/ha (69,43 %) fue estadísticamente igual a la dosis de 100 kg/ha (68,83 %), presentando alta significancia y matemáticamente superior a las demás concentraciones. En las interacciones se mostró mayor concentración de clorofila en el T8 a 100kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (71,10 %) siendo estadísticamente igual al T7 (70,70 %) y a su vez al T1, T2, T4 Y T5.

Cuadro 6. Porcentaje de clorofila a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG, 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (%) 60 días
Compactación 1		65,31 ab
Compactación 2		64,46 b
Compactación 3		67,77 a
	75	69,43 a
	100	68,83 a
	0	59,27 b
T1 Compactación 1	75	68.87 a
T2 Compactación 1	100	68.50 a
T3 Compactación 1	0	58.57 c
T4 Compactación 2	75	68.73 a
T5 Compactación 2	100	66.90 a b
T6 Compactación 2	0	57.73 c
T7 Compactación 3	75	70.70 a
T8 Compactación 3	100	71.10 a
T9 Compactación 3	0	61.50 b c
F. cal. Factor A		5,96 *
F. cal. Factor B		65,65 **
F. cal. Factor A*Factor B		0,25 *
C.V. (%)		3.21

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia.

4.5. Índice foliar

En el cuadro 7, se muestra el índice foliar en m²/planta. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y sus interacciones. El coeficiente de variación fue de 23,17 %.

El grado de compactación 3 (0,80 m²/planta) resulto superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (6841,64 m²/planta) fue matemáticamente mayor a la demás concentración de fósforo y no mostraron significancia estadística. En las interacciones se observa que el mayor índice foliar se manifiesta en el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (0.82 m²/planta) no mostro significancia.

Cuadro 7. Índice foliar en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (m ² /planta)
Compactación 1		0,71 ns
Compactación 2		0,76
Compactación 3		0,80
	75	0,75 ns
	100	0,76
	0	0,76
T1 Compactación 1	75	0.71 ns
T2 Compactación 1	100	0.72
T3 Compactación 1	0	0.71
T4 Compactación 2	75	0.74
T5 Compactación 2	100	0.74
T6 Compactación 2	0	0.79
T7 Compactación 3	75	0.80
T8 Compactación 3	100	0.82
T9 Compactación 3	0	0.78
F. cal. Factor A		0,58 ns
F. cal. Factor B		0,01 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,06 ns
C.V. (%)		23,17

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia.

4.6. Peso fresco de raíz

En el cuadro 8, se muestran los promedios del peso fresco de raíz a los 60 días. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B); mientras que sus interacciones fueron significativas. El coeficiente de variación fue de 18,36 %.

El grado de compactación 3 (195,00 g) resulto estadísticamente igual al nivel de compactación 2 (167,67 g) y matemáticamente superior a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (196,44 g) fue estadísticamente igual a la concentración de 75 kg/ha (193,00 g) presentaron significancia estadística. En las interacciones se observa que el mayor peso fresco de raíz se manifiesta en el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (254,67 g) siendo estadísticamente igual al T7 (225,67 g).

Cuadro 8. Peso fresco de raíz a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		142,78 b
Compactación 2		167,67 ab
Compactación 3		195,00 a
	75	193,00 a
	100	196,44 a
	0	116,00 b
T1 Compactación 1	75	155.67 b c d
T2 Compactación 1	100	160.00 b c d
T3 Compactación 1	0	112.67 c d
T4 Compactación 2	75	197.67 a b c
T5 Compactación 2	100	174.67 a b c d
T6 Compactación 2	0	130.67 c d
T7 Compactación 3	75	225.67 a b
T8 Compactación 3	100	254.67 a
T9 Compactación 3	0	104.67 d
F. cal. Factor A		6,42 **
F. cal. Factor B		19,46 **
F. cal. Factor A*Factor B		3,09 *
C.V. (%)		18,36

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo *significancia.

4.7. Peso seco de raíz

En el cuadro 9, se muestran los promedios del peso seco de raíz a los 60 días. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y sus interacciones. El coeficiente de variación fue de 19,01 %.

El grado de compactación 3 (78,22 g) resulto estadísticamente igual al nivel de compactación 1 (63,11 g) y matemáticamente superior a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (74,11 g) fue estadísticamente igual a la concentración de 75 kg/ha (72,89 g) presentaron alta significancia estadística. En las interacciones se observa que el mayor peso seco de raíz se manifiesta en el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (110,33 g) siendo estadísticamente igual al T7 (75.67 g) y al T1.

Cuadro 9. Peso seco de raíz a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		63,11 ab
Compactación 2		56,33 b
Compactación 3		78,22 a
	75	72,89 a
	100	74,11 a
	0	50,67 b
T1 Compactación 1	75	82.67 a b
T2 Compactación 1	100	55.33 b
T3 Compactación 1	0	51.33 b
T4 Compactación 2	75	60.33 b
T5 Compactación 2	100	56.67 b
T6 Compactación 2	0	52.00 b
T7 Compactación 3	75	75.67 a b
T8 Compactación 3	100	110.33 a
T9 Compactación 3	0	48.67 b
F. cal. Factor A		7,21 **
F. cal. Factor B		10,00 **
F. cal. Factor A*Factor B		7,09 **
C.V. (%)		19,01

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significante * significativo.

4.8. Peso fresco del follaje

En el cuadro 10, se muestran los promedios del peso fresco del follaje a los 60 días. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia estadística de igual manera en las interacciones; en el factor fósforo (B) presento alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 13,87%.

El grado de compactación 2 (1010,67 g) no hubo significancia estadística y resulto superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (1105,44 g) fue estadísticamente igual a la concentración de 75 kg/ha (1041,11 g) y presentaron alta significancia estadística. En los tratamientos se observa que el mayor peso fresco del follaje se manifiesta en el T5 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 2 (1227.67g) seguido del T7 (1102.00 g) no muestran significancia estadística.

Cuadro 10. Peso fresco del follaje a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		996,11 ns
Compactación 2		1010,67
Compactación 3		1001,78
	75	1041,11 a
	100	1105,44 a
	0	862,00 b
T1 Compactación 1	75	1050.33 ns
T2 Compactación 1	100	1026.00
T3 Compactación 1	0	912.00
T4 Compactación 2	75	971.00
T5 Compactación 2	100	1227.67
T6 Compactación 2	0	833.33
T7 Compactación 3	75	1102.00
T8 Compactación 3	100	1062.67
T9 Compactación 3	0	840.67
F. cal. Factor A		0,03 ns
F. cal. Factor B		7,41 **
F. cal. Factor A*Factor B		1,37 ns
C.V. (%)		13,87

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
ns = no significativo; **= Altamente significante * significancia.

4.9. Peso seco del follaje

En el cuadro 11, se muestran los promedios del peso seco del follaje a los 60 días. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia, de igual el factor fósforo (B) presento alta significancia estadística y las interacciones solo significancia. El coeficiente de variación fue de 14,72%.

El grado de compactación 3 (526,78 g) no mostro significancia y resultado superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (581,44 g) fue estadísticamente igual a la concentración de 75 kg/ha (506,11g) y presentaron alta significancia estadística. En los tratamientos se observa que el mayor peso seco del follaje se manifiesta en el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (632,33 g) seguido del T7 (565,00 g) los cuales muestran alta muestran significancia estadística.

Cuadro 11. Peso seco del follaje a los 60 días, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		500,22 ns
Compactación 2		465,89
Compactación 3		526,78
	75	506,11 a
	100	581,44 a
	0	405,33 b
T1 Compactación 1	75	513.67 a b
T2 Compactación 1	100	540.00 a b
T3 Compactación 1	0	447.00 a b
T4 Compactación 2	75	439.67 a b
T5 Compactación 2	100	572.00 a b
T6 Compactación 2	0	386.00 a b
T7 Compactación 3	75	565.00 a b
T8 Compactación 3	100	632.33 a
T9 Compactación 3	0	383.00 b
F. cal. Factor A		1,56 ns
F. cal. Factor B		13,09 **
F. cal. Factor A*Factor B		1,31 *
C.V. (%)		14,72

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia.

4.10. Densidad aparente inicial

En el cuadro 12, se muestran los promedios de densidad aparente al inicio del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia, mientras que el factor fósforo (B) y las interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 5,47%.

El grado de compactación 1 (1,29 g/cc) resulto altamente significativo y superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (1,20 g/cc) no mostro significancia y fue matemáticamente igual a la concentración de 75 kg/ha (1,20 g/cc). En los tratamientos se observa que la densidad aparente del T2 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 1 (1,30 g/cc) fue superior a los demás tratamientos y no presento significancia estadística.

Cuadro 12 Densidad aparente inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g/cc) inicial
Compactación 1		1,29 a
Compactación 2		1,21 b
Compactación 3		1,12 c
	75	1,20 ns
	100	1,20
	0	1,22
T1 Compactación 1	75	1.29 ns
T2 Compactación 1	100	1.30
T3 Compactación 1	0	1.28
T4 Compactación 2	75	1.18
T5 Compactación 2	100	1.17
T6 Compactación 2	0	1.27
T7 Compactación 3	75	1.13
T8 Compactación 3	100	1.11
T9 Compactación 3	0	1.12
F. cal. Factor A		14,72 **
F. cal. Factor B		0,37 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,91 ns
C.V. (%)		5,47

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia.

4.11. Densidad aparente final

En el cuadro 13, se muestran los promedios de densidad aparente al final del ciclo del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y las interacciones. El coeficiente de variación fue de (9,71%).

El grado de compactación 2 (1,05 g/cc) no presento significancia y resultado superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 0 kg/ha (1,01 g/cc) no mostro significancia y fue matemáticamente superior a la concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que la densidad aparente del T6 a 0 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 2 (1,08 g/cc) fue superior a los demás tratamientos y no hubo significancia estadística.

Cuadro 13 Densidad aparente final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g/cc) final
Compactación 1		0,99 ns
Compactación 2		1,05
Compactación 3		0,93
	75	1,00 ns
	100	0,96
	0	1,01
T1 Compactación 1	75	0.95
T2 Compactación 1	100	1.03
T3 Compactación 1	0	0.99
T4 Compactación 2	75	1.06
T5 Compactación 2	100	0.99
T6 Compactación 2	0	1.08
T7 Compactación 3	75	0.97
T8 Compactación 3	100	0.93
T9 Compactación 3	0	0.97
F. cal. Factor A		3,01 ns
F. cal. Factor B		0,64 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,96 ns
C.V. (%)		9,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
ns = no significativo; **: Altamente significativo *significancia.

4.12. Humedad del suelo inicial

En el cuadro 14, se muestran los promedios de humedad al inicio del ciclo del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, mientras que el factor fósforo (B) no hubo significancia y en las interacciones se observó significancia. El coeficiente de variación fue de (11,27%).

El grado de compactación 3 (67,56 %) resulto con alta significancia estadística y superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 0 kg/ha (58,33 %) no mostro significancia y fue matemáticamente superior a la concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el mayor porcentaje de humedad se presentó en el T7 a 75 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (69,33 %) siendo estadísticamente igual al T8 100 kg/ha (68,33 %) los cuales mostraron significancia estadística.

Cuadro 14. Porcentaje de humedad inicial en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (%) humedad inicial
Compactación 1		47,22 c
Compactación 2		56,00 b
Compactación 3		67,56 a
	75	56,00 ns
	100	56,44
	0	58,33
T1 Compactación 1	75	47.00 b c
T2 Compactación 1	100	45.67 c
T3 Compactación 1	0	49.00 b c
T4 Compactación 2	75	51.67 a b c
T5 Compactación 2	100	55.33 a b c
T6 Compactación 2	0	61.00 a b c
T7 Compactación 3	75	69.33 a
T8 Compactación 3	100	68.33 a
T9 Compactación 3	0	65.00 a b c
F. cal. Factor A		22,74 **
F. cal. Factor B		0,34 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,93 *
C.V. (%)		11,27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significante

4.13. Humedad del suelo final.

En el cuadro 15, se muestran los promedios de humedad al finalizar el ciclo del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística y en las interacciones correspondientes, mientras que el factor fósforo (B) no mostro significancia. El coeficiente de variación fue de 9,31%.

El grado de compactación 3 (60,56 %) resulto con alta significancia estadística y matemáticamente superior a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 75 kg/ha (54,44 %) no mostro significancia y fue matemáticamente superior a la concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el mayor porcentaje de humedad se presentó en el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (62,67 %) siendo estadísticamente igual al T7 75 kg/ha (59,67 %) y al T9 los cuales mostraron significancia estadística.

Cuadro 15. Porcentaje de humedad final en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (%) humedad final
Compactación 1		47,44 c
Compactación 2		54,22 b
Compactación 3		60,56 a
	75	54,44 ns
	100	54,22
	0	53,56
T1 Compactación 1	75	45.67 b c
T2 Compactación 1	100	42.33 c
T3 Compactación 1	0	54.33 a b c
T4 Compactación 2	75	58.00 a b
T5 Compactación 2	100	57.67 a b
T6 Compactación 2	0	47.00 b c
T7 Compactación 3	75	59.67 a b
T8 Compactación 3	100	62.67 a
T9 Compactación 3	0	59.33 a b
F. cal. Factor A		15,27 **
F. cal. Factor B		0,08 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,0102 *
C.V. (%)		9,31

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo *significancia.

4.14. Grado de compactación inicial.

En el cuadro 16, se muestran los promedios de grado de compactación al inicio del ciclo del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, a su vez en el factor fósforo (B) y las interacciones correspondientes mostraron significancia. El coeficiente de variación fue de 7,71%.

El grado de compactación 1 (284,44 PSI) resulto con alta significancia estadística y superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 75 kg/ha (204,11 PSI) fue estadísticamente igual a la dosis de 100 kg/ha (191,11 PSI), los cuales mostraron significancia y matemáticamente superior a la concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el mayor grado de compactación se presentó en el T1 a 75 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 1 (285.67 PSI) siendo estadísticamente igual al T2 100 kg/ha (284.67 PSI) y al T3 los cuales mostraron significancia estadística.

Cuadro 16 Grado de compactación inicial en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (PSI) Inicial
Compactación 1		284,44 a
Compactación 2		210,56 b
Compactación 3		85,00 c
	75	204,11 a
	100	191,11 ab
	0	184,78 b
T1 Compactación 1	75	285.67 a
T2 Compactación 1	100	284.67 a
T3 Compactación 1	0	283.00 a b
T4 Compactación 2	75	240.33 b c
T5 Compactación 2	100	206.67 c d
T6 Compactación 2	0	184.67 d
T7 Compactación 3	75	86.33 e
T8 Compactación 3	100	82.00 e
T9 Compactación 3	0	86.67 e
F. cal. Factor A		411,43 **
F. cal. Factor B		3,93 *
F. cal. Factor A*Factor B		3,39 *
C.V. (%)		7,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significante * significante

4.15. Grado de compactación final

En el cuadro 17, se muestran los promedios de grado de compactación al final del ciclo del cultivo. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, a su vez en las interacciones correspondientes, mientras que en el factor fósforo (B) no hubo significancia. El coeficiente de variación fue de 9,04 %.

El grado de compactación 1 (276,00 PSI) resulto con alta significancia estadística y superior matemáticamente a los demás niveles de compactación. La dosis de fósforo a 75 kg/ha (196,11 PSI) no presento significancia y fue matemáticamente superior a las concentraciones de fósforo. En los tratamientos se observa que el mayor grado de compactación se presentó en el T2 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 1 (278,33 PSI) siendo estadísticamente igual al T3 0 kg/ha (278,00 PSI) y al T1 los cuales mostraron significancia estadística.

Cuadro 17 Grado de compactación final en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (PSI)
Compactación 1		276,00 a
Compactación 2		200,44 b
Compactación 3		80,33 c
	75	196,11 ns
	100	183,56
	0	177,11
T1 Compactación 1	75	271.67 a
T2 Compactación 1	100	278.33 a
T3 Compactación 1	0	278.00 a
T4 Compactación 2	75	233.00 a b
T5 Compactación 2	100	194.67 b c
T6 Compactación 2	0	173.67 c
T7 Compactación 3	75	83.67 d
T8 Compactación 3	100	77.67 d
T9 Compactación 3	0	79.67 d
F. cal. Factor A		311,60 **
F. cal. Factor B		2,99 ns
F. cal. Factor A*Factor B		3,46 *
C.V. (%)		9,04

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significante *significancia

4.16. Granos por mazorca

En el cuadro 18, se muestran los promedios de granos por mazorca a la cosecha. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y significancia en las interacciones establecidas. El coeficiente de variación fue de 3,11%.

El grado de compactación 3 (617 granos) presento alta significancia estadística y mayor números de granos por mazorca. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (631 granos) mostro alta significancia y fue matemáticamente superior a la demás concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (674 granos) fue superior a los demás tratamientos, siendo estadísticamente igual al T5 (654 granos) en los cuales se observó significancia estadística.

Cuadro 18 Números de granos por mazorca en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (granos)
Compactación 1		502 c
Compactación 2		587 b
Compactación 3		617 a
	75	554 b
	100	631 a
	0	520 c
T1 Compactación 1	75	480 e
T2 Compactación 1	100	567 c d
T3 Compactación 1	0	459 e
T4 Compactación 2	75	566 c d
T5 Compactación 2	100	654 a b
T6 Compactación 2	0	542 d
T7 Compactación 3	75	616 b c
T8 Compactación 3	100	674 a
T9 Compactación 3	0	562 d
F. cal. Factor A		102,24 **
F. cal. Factor B		92,63 **
F. cal. Factor A*Factor B		0,99 *
C.V. (%)		3,11

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia.

4.17. Peso de 100 semillas

En el cuadro 19, se muestran los promedios del peso de 100 semillas a la cosecha. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza no mostro significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y las interacciones establecidas. El coeficiente de variación fue de 6,81%.

El grado de compactación 3 (43,67 g) registro mayor peso de las 100 semillas, siendo este fue superior matemáticamente a los demás grados de compactación de suelo. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (43,67 g) no mostraron significancia y fue matemáticamente mayor a la demás concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (46,00 g) fue superior a los demás tratamientos, seguido del T7 a 75 kg /ha (43,33 g), no observó significancia estadística.

Cuadro 19 Peso de 100 semillas en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		41,44 ns
Compactación 2		42,00
Compactación 3		43,67
	75	42,33 ns
	100	43,67
	0	41,11
T1 Compactación 1	75	41.33 ns
T2 Compactación 1	100	42.00
T3 Compactación 1	0	41.00
T4 Compactación 2	75	42.33
T5 Compactación 2	100	43.00
T6 Compactación 2	0	40.67
T7 Compactación 3	75	43.33
T8 Compactación 3	100	46.00
T9 Compactación 3	0	41.67
F. cal. Factor A		1,45 ns
F. cal. Factor B		1,77 ns
F. cal. Factor A*Factor B		0,29 ns
C.V. (%)		6,81

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo *significancia

4.18. Relación grano - tusa

En el cuadro 20, se muestran los promedios relación grano – tusa a la cosecha. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística y en las interacciones establecidas, a su vez el factor fósforo (B) no mostro significancia. El coeficiente de variación fue de 12,90 %.

El grado de compactación 3 (4,85 g) registro mayor relación grano - tusa, siendo superior y estadísticamente igual al grado de compactación, los cuales mostraron significancia. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (4,68 g) no mostraron significancia y fue matemáticamente superior a la demás concentración de fósforo. En los tratamientos se observa que el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (5,57 g) fue superior a los demás tratamientos, seguido del T7 a 75 kg /ha (4,68 g) y estadísticamente igual a los demás tratamientos.

Cuadro 20 Relación grano - tusa en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (g)
Compactación 1		3,91 b
Compactación 2		4,38 a b
Compactación 3		4,85 a
	75	4,28 ns
	100	4,68
	0	4,19
T1 Compactación 1	75	3.79 b
T2 Compactación 1	100	4.23 a b
T3 Compactación 1	0	3.72 b
T4 Compactación 2	75	4.37 a b
T5 Compactación 2	100	4.23 a b
T6 Compactación 2	0	4.55 a b
T7 Compactación 3	75	4.68 a b
T8 Compactación 3	100	5.57 a
T9 Compactación 3	0	4.29 a b
F. cal. Factor A		6,12 **
F. cal. Factor B		1,93 ns
F. cal. Factor A*Factor B		1,56 *
C.V. (%)		12,90

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo *significancia.

4.19. Rendimiento

En el cuadro 21, se muestran los promedios de rendimiento a la cosecha. En los diferentes niveles de compactación (A), el análisis de varianza mostro alta significancia estadística, al igual que el factor fósforo (B) y las interacciones. El coeficiente de variación fue de 8,69%.

El grado de compactación 3 (15118,06 kg/ha) presento mayor rendimiento en comparación a los demás grados de compactación a su vez alta significancia estadística. La dosis de fósforo a 100 kg/ha (14434,09 kg/ha) fue estadísticamente igual a la dosis de 75 kg/ha (13196,81 kg/ha) y mostraron alta significancia, matemáticamente superior a las dosis de fósforo. En los tratamientos se observa que el T8 a 100 kg/ha de fósforo con un nivel de compactación 3 (17013,89 kg/ha) fue superior a los demás tratamientos, siendo estadísticamente igual al T7 (16503,47 kg/ha) en los cuales se observó significancia estadística.

Cuadro 21 Rendimiento del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020.

Niveles de Compactación	Dosis de Fósforo kg/ha	Promedios (Kg/ha)
Compactación 1		6235,00 c
Compactación 2		9057,94 b
Compactación 3		10118,06 a
	75	10196,81 a
	100	12113,09 a
	0	8780,09 b
T1 Compactación 1	75	9311,87 c d
T2 Compactación 1	100	9943,18 b c
T3 Compactación 1	0	9943,18 c
T4 Compactación 2	75	11521,46 a b
T5 Compactación 2	100	11679,29 a b
T6 Compactación 2	0	11837,12 c d
T7 Compactación 3	75	11837,12 a
T8 Compactación 3	100	12310,61 a
T9 Compactación 3	0	11679,29 b c
F. cal. Factor A		68,26 **
F. cal. Factor B		44,51 **
F. cal. Factor A*Factor B		2,16 *
C.V. (%)		8,69

Promedios con la misma letra no difieren significativamente Tukey $\leq 0,05$
 ns = no significativo; **: Altamente significativo * significancia

4.20. Análisis económico

Cuadro 22. Costos fijos del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020.

Descripción	Unidades	Cantidad	Cantidad Costo	Valor Total (\$)
Alquiler del terreno	Ha	1	100,00	100,00
Análisis de suelo	Ha	1	28,00	28,00
Siembra				
Semilla	Kg	1	190,00	190,00
Jornales	Ha	3	15,00	45,00
Riego				
Bomba de riego	1 hora	1	20,00	20,00
Fertilización				
Urea	qq	4	10,00	40,00
Muriato de Potasio	qq	2	22,40	44,80
Abono foliar	Kilo	2	5,00	10,00
Aplicaciones	Jornal	8	10,00	80,00
Control fitosanitario				
Chlorpyrifos	L	2	6,71	13,42
Spinetoram	L	2	8,60	17,20
Imidacloprid	L	2	10,40	20,80
Thiodicarb	1/4	1	4,50	4,50
Aplicaciones	Jornal	6	10,00	60,00
Control de maleza				
Paraquat	1/4	1	3,00	3,00
Pendimetalin	L	1	9,50	9,50
Aplicaciones	Jornal	7	10,00	70,00
Sub Total				756,22
Administración 5%				37,81
Total costo fijo				794,03

Cuadro 23. Análisis económico del cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba FACIAG; 2020.

Tratamientos Dosis/Ha	Rendimiento Kg/Ha	qq/ha	Valor de producción (USD)	Costo Fijo \$	Costo Variable		Costo cosecha y transporte \$	Costo Total \$	Utilidad Neta \$
					Fertilizante \$	Mano de obra \$			
Compactación 1 + 75 kgP ₂ O ₅	9311,87	186,24	2793,56	794,03	15,60	20,00	297,98	1127,61	1665,95
Compactación 1 + 100 kgP ₂ O ₅	9943,18	198,86	2982,95	794,03	15,60	20,00	318,18	1147,81	1835,14
Compactación 1 + 0 kgP ₂ O ₅	9943,18	198,86	2982,95	794,03	0,00	0,00	318,18	1112,21	1870,74
Compactación 2 + 75 kgP ₂ O ₅	11521,46	230,43	3456,44	794,03	15,60	20,00	368,69	1198,32	2258,12
Compactación 2 + 100 kgP ₂ O ₅	11679,29	233,59	3503,79	794,03	15,60	20,00	373,74	1203,37	2300,42
Compactación 2 + 0 kgP ₂ O ₅	11837,12	236,74	3551,14	794,03	0,00	0,00	378,79	1172,82	2378,32
Compactación 3 + 75 kgP ₂ O ₅	11837,12	236,74	3551,14	794,03	15,60	20,00	378,79	1208,42	2342,72
Compactación 3 + 100 kgP ₂ O ₅	12310,61	246,21	3693,18	794,03	15,60	20,00	393,94	1223,57	2469,61
Compactación 3 + 0 kgP ₂ O ₅	11679,29	233,59	3503,79	794,03	0,00	0,00	373,74	1167,77	2336,02

Precio/qq: \$ 15 maíz

Costo de Fósforo: \$ 15,60

Cosecha + transporte = \$ 1,60/qq

Jornal= 10,00 \$

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este diseño experimental se concluye lo siguiente.

1. Los diferentes niveles de compactación de suelo utilizados en el cultivo de maíz influyeron en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo. Siendo favorable para la producción el T8 a 100 kg/ha de fósforo en suelo con bajo grado de compactación 3.
2. La incorporación de fósforo P_2O_5 a 100 kg/ha se mostró positivamente en el cultivo de maíz, en los tratamientos con grado de compactación 3 (bajo). No influyo sobre los diferentes niveles de compactación de suelo, debido a que el fertilizante actúa sobre la planta y no sobre la estructura del suelo.
3. El grado de compactación alto, medio y bajo medidos al inicio del cultivo se mantuvo, los cuales fueron comparados con los datos tomados al final del ciclo del maíz. Estos influyeron en la humedad del suelo tanto al inicio como al final.
4. Las variables evaluadas como porcentaje de clorofila, peso fresco y seco de la raíz y follaje, humedad del suelo, compactación del suelo, granos por mazorca, relación grano – tusa y rendimiento, presentaron significancia estadística en los niveles de compactación 3 (bajo) y dosis de fósforo de 100 kg/ ha.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Aplicar 100 kg/ha de fósforo en cultivo de maíz en suelo con bajo grado de compactación. Y en suelos compactados aplicar enmiendas o realizar roturaciones del suelo.
2. Efectuar investigaciones sobre el uso de microorganismos benéficos que mejoren la estructura del suelo y reduzcan la compactación, como la inoculación de hongos micorrícicos.
3. Evaluar el desarrollo radicular y rendimiento en sorgo, mediante diferentes programas de fertilización, bajo suelos compactados y suelos con compost.
4. Estudiar el grado de compactación que se produce en diferentes suelos de uso agrícola y suelos de uso ganadero, estableciendo comparaciones en un periodo de 4 meses.

VII. RESUMEN

El maíz es una planta de ciclo corto, cuya producción es anual, forma parte del género *Zea*, familia de las gramíneas. En la actualidad el 57% de la producción nacional de maíz se destina para el consumo de la avicultura, el 6% de alimentos balanceados para otros animales, el 25% se destina a la exportación de Colombia y para la industria de consumo humano el 4%. En mucho de los casos Ecuador exporta subproductos a base de maíz. Durante el año del 2017, en Ecuador se produjeron cerca de 1,20 millones de toneladas de maíz en más de 200 000 hectáreas sembradas en el país. La compactación aumenta la resistencia mecánica a la penetración de las raíces, disminuyendo el volumen de suelo que puede ser explorado, la erosión aumenta las pérdidas de fósforo por escorrentía superficial, lo cual acelera los procesos de eutroficación. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fertilizantes fosfatados en la zona de Baba. Los factores principales que tienen incidencia en la compactación de suelos es el uso de maquinaria agrícola. Podemos decir que la estructura de suelo ideal se compone de un 50% del suelo, 25% de espacio de agua y 25% del espacio con aire. Los suelos con estructura preservada apenas tienen restricciones por déficit hídrico y, por el contrario, cuando la compactación aumenta a niveles excesivos la aireación puede afectarse si la humedad es alta y, por otra parte, en condiciones de suelo seco, la resistencia del suelo puede restringir el crecimiento de las plantas. En base a los resultados obtenidos, los diferentes niveles de compactación de suelo utilizados en el cultivo de maíz influyeron en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo. Siendo favorable para la producción el T8 a 100 kg/ha de fósforo y suelo con bajo grado de compactación 3. La incorporación de fósforo P_2O_5 se mostró positivamente en el cultivo de maíz, en los tratamientos con grado de compactación 3. En el caso de las variables evaluadas como porcentaje de clorofila, peso fresco y seco de la raíz y follaje, humedad del suelo, compactación del suelo, granos por mazorca, relación grano – tusa y rendimiento, presentaron significancia estadística con los niveles de compactación 3 y dosis de fósforo de 100 kg/ ha.

Palabras claves: Compactación, fósforo, densidad aparente, suelo, maíz.

VIII. SUMMARY

Corn is a short cycle plant, whose production is annual, it is part of the *Zea* genus, family of grasses. Currently 57% of the national corn production is destined for poultry consumption, 6% of balanced feed for other animals, 25% is destined for export from Colombia and for the industry for human consumption 4 %. In many cases Ecuador exports corn-based by-products. During the year of 2017, Ecuador produced around 1.20 million tons of corn on more than 200,000 hectares planted in the country. Compaction increases mechanical resistance to root penetration, decreasing the volume of soil that can be explored, erosion increases phosphorus losses due to surface runoff, which accelerates eutrophication processes. The objective was to evaluate the agronomic behavior of the maize crop planted in different degrees of soil compaction and doses of phosphate fertilizers in the Baba area. The main factors that have an impact on soil compaction is the use of agricultural machinery. We can say that the ideal soil structure is made up of 50% of the soil, 25% of the water space and 25% of the space with air. Soils with a preserved structure have hardly any restrictions due to water deficit and, conversely, when compaction increases to excessive levels, aeration can be affected if humidity is high and, on the other hand, in dry soil conditions, soil resistance can restrict plant growth. Based on the results obtained, the different levels of soil compaction used in corn cultivation influenced the agronomic behavior and crop yield. Being favorable for production, T8 at 100 kg / ha of phosphorus and soil with a low degree of compaction 3. The incorporation of phosphorus P₂O₅ was positive in corn cultivation, in treatments with a degree of compaction 3. In the case of the variables evaluated as percentage of chlorophyll, fresh and dry weight of the root and foliage, soil moisture, soil compaction, grains per ear, grain-tuff ratio and yield, presented statistical significance with levels of compaction 3 and phosphorus dose. 100 kg / ha.

Key words: Compaction, phosphorus, bulk density, soil, corn.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Artículo de revisión 2:113-120.
2. Álvarez, C; Fernandez, P. 2015. La Compactación de los Suelos bajo Agricultura. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/compactacion-suelos-bajo-agricultura-t32371.htm>.
3. Axayacatl, O. 2017. Importancia del fósforo (P) en las plantas cultivadas. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-fosforo/>.
4. Barton, J. 2012. Siembra de Maíz. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=455>.
5. Boschetti, G; Quintero, C. s.f. Importancia del Fósforo Orgánico del Suelo en la Nutrición Fosfatada de los Cultivos: Artículos. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Importancia%20del%20fosforo%20organico%20del%20suelo.asp>.
6. Cabeza, R. s.f. Degradación del suelo y sus efectos en la dinámica del fósforo. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.agren.cl/schcs/boletines/24/files/assets/downloads/page0108.pdf>.
7. Castillo, M. 2018. El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años. Publica (en línea, sitio web). Consultado 11 sep. 2019. Disponible en <https://www.revistalideres.ec/lideres/cultivo-maiz-constante-ecuador-produccion.html>.
8. Caviedes, M. 2019. Producción de semilla de maíz duro en el Ecuador: retos y oportunidades (en línea). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100/1415>.

9. Chaqui, C. 2013. Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) Tipo "mishca" a partir de medios hermanos y hermanos completos. Tumbaco, Pichincha. (en línea). Investigativo. QUITO – ECUADOR, Universidad Central Del Ecuador. 85 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1059/1/T-UCE-0004-11.pdf>.

10. Coral, J. 2017. Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) En la zona media de la parroquia Malchinguí (en línea). Investigativo. Quito, Universidad Central Del Ecuador. 93 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13056/1/T-UCE-0004-42-2017.pdf>.

11. Deras, H. s.f. Guía técnica del cultivo de maiz (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>.

12. _____. s.f. Guía Técnica El cultivo de Maiz (en línea). s.l., s.e. Consultado 11 sep. 2019. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>.

13. ECUAQUIMICA. s.f. Dekalb 7088. Publica (en línea, sitio web). Consultado 4 oct. 2019. Disponible en <http://www.ecuanoticias.com.ec/dekalb7088.html>.

14. Edith, A. 2017. Fósforo en el suelo (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35407/mod_resource/content/1/TEMA%2013%20-%20F%C3%93SFORO.pdf.

15. Equipo del Proyecto Fertilizar - INTA Pergamino. 2016. Movilidad del Fósforo en el Suelo: Artículos. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Movilidad%20del%20F%C3%93sforo%20en%20el%20Suelo.asp>.

16. Fernandez, C; Ferraris, G. 2007. Fósforo en suelos bajo producción agrícola: factores que determinan cambios en su disponibilidad. Una aplicación a suelos del litoral y de la región pampeana Argentina (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/107/misc107_0005.pdf.

17. Fertilab. 2014. La Compactación del Suelo. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/La-Compactacion-Del-Suelo.php>.
18. Forsythe, W; Sancho, F; Villatoro, M. 2005. Efecto de la compactación de suelos sobre el rendimiento del maíz en tres localidades de Costa Rica. 3:175-185.
19. García, I; Sánchez, M; Vidal, M; Betancourt, Y; Llano, J. 2010. Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000200009.
20. Gaucho, E. 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) De la localidad San José de Chazo (en línea). Investigativo. Riobamba, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 100 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf>.
21. González, O; Iglesias, C; Herrera, M. 2009. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 18:57-63.
22. Gueçaimburu, J; Vázquez, J; Tancredi, F; Reposo, G. 2019. Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100081.
23. Intagri S.C. s.f. El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz |. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 29 oct. 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>.

- 24._____. 2017. Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en los Cultivos. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sintomas-visuales-de-deficiencia-de-fosforo-en-los-cultivos>.
25. López, R. 2002. Degradación del suelo - Causas, procesos. Evaluación e investigación. (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>.
26. López, W; Reynoso, R; López, J; Camas, R. 2018. Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000100065.
27. Mangelsdorf, P. 2018. El origen del maíz | Investigación y Ciencia. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/fusin-mediante-lser-185/el-origen-del-maz-7961>.
28. Mera, A; Montaña, C. 2015. Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época Lluviosa (en línea). Investigativo. Guayaquil, escuela superior politécnica del litoral. 71 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89284/D-88081.pdf>.
29. Ortas, L. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
30. Paliwal, R. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uiwx6lunu_AJ:www.fao.org/3/x7650s04.htm+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec.

31. PROAIN. 2019. Impacto de la Compactación del suelo Agrícola - Proain Tecnología Agrícola. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://proain.com/30-impacto-de-la-compactacion-del-suelo-agricola/>.
32. Rizo, E. 2010. Deficiencias de fósforo - Hortalizas. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/deficiencias-de-fosforo/>.
33. Rojas, M. 2010. El maíz: 1. Morfología y taxonomía. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://marnary.blogspot.com/2010/06/1-morfologia-y-taxonomia.html>.
34. SACSA. 2019. Importancia del fósforo por las plantas. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/>.
35. Somoza, V; Sánchez, L. 2000. Efecto de la compactación del suelo en la producción de frijol. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v11n02_053.pdf.
36. Tapia, Y; García, F. 2013. La disponibilidad del fósforo es producto de la actividad bacteriana en el suelo en ecosistemas oligotróficos: Una revisión crítica. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000400231.
37. Valverde, M. 2015. Caracterización e identificación de razas de maíz en la provincia del Azuay (en línea). Investigativo. Cuenca, Universidad de Cuenca. 86 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22897/1/Tesis.pdf>.
38. Villaseca, S; Novoa, R. 1987. Requerimiento de suelo y clima del maíz. Publica (en línea, sitio web). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR05871.pdf>.

39. Yépez, E. s.f. Caracterización morfológica y evaluación fenológica de sesenta y cinco entradas de maíz (*Zea mays* L.) Del banco de germoplasma del Cica - K'ayra- Cusco (en línea). Investigativo. Kayra- cusco, universidad nacional de san Antonio abad del cusco. 137 p. Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/971/253T20110024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Anexo 2. Análisis de Varianza

Altura a los 60 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,52	8	0,06	2,58	0,0510
Repeticiones	0,16	2	0,08	3,11	0,0724
Factor A	0,17	2	0,09	3,41	0,0585
Factor B	0,24	2	0,12	4,89	0,0220
Factor A*Factor B	0,10	4	0,03	1,00	0,4351
Error	0,40	16	0,02		
Total	1,07	26			

CV. 6.93%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19232

Error: 0,0250 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	2,39	9	0,05 A
Compactacion 2	2,24	9	0,05 A
Compactacion 1	2,21	9	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19232

Error: 0,0250 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	2,40	9	0,05 A
75	2,26	9	0,05 A B
0	2,17	9	0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (m)			Promedio Altura de plantas 60 días (m)
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	2.34	1.98	2.28	2.20
Compac 1 + P 100 kg/ha	2.56	2.25	2.41	2.41
Compac 1	1.86	2.00	2.21	2.02
Compac 2 + P 75 kg/ha	2.13	2.15	2.17	2.15
Compac 2 + P 100 kg/ha	2.33	2.22	2.46	2.34
Compac 2	2.24	2.18	2.27	2.23
Compac 3 + P 75 kg/ha	2.83	2.33	2.15	2.44
Compac 3 + P 100 kg/ha	2.70	2.34	2.37	2.47
Compac 3	2.34	2.21	2.25	2.27

Longitud de raíz a los 60 días

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	620,22	8	77,53	1,92	0,1276
Repeticiones	99,57	2	49,79	1,23	0,3183
Factor A	219,59	2	109,80	2,71	0,0966
Factor B	16,59	2	8,29	0,21	0,8167
Factor A*Factor B	384,04	4	96,01	2,37	0,0958
Error	647,19	16	40,45		
Total	1366,98	26			

cv. 14,83%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,73613

Error: 40,4491 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	45,66	9	2,12 A
Compactacion 2	44,06	9	2,12 A
Compactacion 1	38,97	9	2,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,73613

Error: 40,4491 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	43,96	9	2,12 A
0	42,63	9	2,12 A
75	42,09	9	2,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (cm)			Promedio Longitud de raíz 60 días (cm)
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	34.50	30.20	48.20	37.63
Compac 1 + P 100 kg/ha	32.30	41.10	35.80	36.40
Compac 1	45.40	39.80	43.40	42.87
Compac 2 + P 75 kg/ha	43.90	34.60	40.50	39.67
Compac 2 + P 100 kg/ha	42.70	40.90	53.80	45.80
Compac 2	50.20	41.20	48.70	46.70
Compac 3 + P 75 kg/ha	51.20	47.60	48.10	48.97
Compac 3 + P 100 kg/ha	54.30	52.30	42.40	49.67
Compac 3	26.70	40.00	48.30	38.33

Índice foliar

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,04	8	0,01	0,18	0,9907
Repeticiones	0,05	2	0,03	0,87	0,4388
Factor A	0,04	2	0,02	0,58	0,5732
Factor B	9,0E-04	2	4,5E-04	0,01	0,9856
Factor A*Factor B	0,01	4	1,9E-03	0,06	0,9924
Error	0,49	16	0,03		
Total	0,59	26			

cv. 27.17%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21366

Error: 0,0309 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	0,80	9	0,06 A
Compactacion 2	0,76	9	0,06 A
Compactacion 1	0,71	9	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21366

Error: 0,0309 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
0	0,76	9	0,06 A
100	0,76	9	0,06 A
75	0,75	9	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (m ² /planta)			Promedio
	R1	R2	R3	Índice foliar (m ² /planta)
Compac 1 + P 75 kg/ha	0.64	0.75	0.73	0.71
Compac 1 + P 100 kg/ha	0.74	0.7	0.72	0.72
Compac 1	0.84	0.65	0.65	0.71
Compac 2 + P 75 kg/ha	0.73	0.86	0.63	0.74
Compac 2 + P 100 kg/ha	0.75	0.65	0.83	0.74
Compac 2	0.77	0.78	0.83	0.79
Compac 3 + P 75 kg/ha	0.93	0.69	0.79	0.80
Compac 3 + P 100 kg/ha	0.48	0.65	1.34	0.82
Compac 3	0.65	0.82	0.87	0.78

Clorofila a los 30 días %

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1577,91	8	197,24	12,76	<0,0001
Repeticiones	13,75	2	6,87	0,44	0,6486
Factor A	936,24	2	468,12	30,30	<0,0001
Factor B	587,21	2	293,60	19,00	0,0001
Factor A*Factor B	54,46	4	13,62	0,88	0,4971
Error	247,23	16	15,45		
Total	1838,89	26			

cv. 6.60%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,78148

Error: 15,4520 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	65,69	9	1,31	A
Compactacion 2	61,47	9	1,31	A
Compactacion 1	51,63	9	1,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,78148

Error: 15,4520 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
100	64,44	9	1,31	A
75	61,04	9	1,31	A
0	53,30	9	1,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (%)			Promedio Porcentaje de clorofila 30 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	57.60	45.50	48.80	50.63
Compac 1 + P 100 kg/ha	59.80	56.80	57.20	57.93
Compac 1	52.30	42.90	43.80	46.33
Compac 2 + P 75 kg/ha	61.90	65.50	62.50	63.30
Compac 2 + P 100 kg/ha	65.70	60.70	69.30	65.23
Compac 2	51.40	56.70	59.50	55.87
Compac 3 + P 75 kg/ha	70.30	67.40	69.90	69.20
Compac 3 + P 100 kg/ha	69.80	72.60	68.10	70.17
Compac 3	53.30	59.30	60.50	57.70

Clorofila a los 60 días %

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	643,42	8	80,43	18,03	<0,0001
Repeticiones	6,30	2	3,15	0,71	0,5085
Factor A	53,18	2	26,59	5,96	0,0116
Factor B	585,73	2	292,86	65,65	<0,0001
Factor A*Factor B	4,52	4	1,13	0,25	0,9035
Error	71,37	16	4,46		
Total	721,09	26			

cv. 3.21%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,56904

Error: 4,4607 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	67,77	9	0,70	A
Compactacion 1	65,31	9	0,70	A B
Compactacion 2	64,46	9	0,70	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,56904

Error: 4,4607 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
75	69,43	9	0,70	A
100	68,83	9	0,70	A
0	59,27	9	0,70	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (%)			Promedio Porcentaje de clorofila 60 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	65.40	72.80	68.40	68.87
Compac 1 + P 100 kg/ha	69.50	67.30	68.70	68.50
Compac 1	56.80	58.30	60.60	58.57
Compac 2 + P 75 kg/ha	67.40	70.20	68.60	68.73
Compac 2 + P 100 kg/ha	68.20	63.70	68.80	66.90
Compac 2	56.40	57.50	59.30	57.73
Compac 3 + P 75 kg/ha	72.40	69.20	70.50	70.70
Compac 3 + P 100 kg/ha	69.90	73.60	69.80	71.10
Compac 3	60.50	62.40	61.60	61.50

Peso fresco foliar

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	393148,07	8	49143,51	2,54	0,0534
Repeticiones	21820,96	2	10910,48	0,56	0,5797
Factor A	968,96	2	484,48	0,03	0,9753
Factor B	286454,30	2	143227,15	7,41	0,0053
Factor A*Factor B	105724,81	4	26431,20	1,37	0,2892
Error	309368,37	16	19335,52		
Total	724337,41	26			

cv. 13.87%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=169,14030

Error: 19335,5231 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 2	1010,67	9	46,35 A
Compactacion 3	1001,78	9	46,35 A
Compactacion 1	996,11	9	46,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=169,14030

Error: 19335,5231 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	1105,44	9	46,35 A
75	1041,11	9	46,35 A
0	862,00	9	46,35 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Peso fresco follaje 60 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	1054.00	1154.00	943.00	1050.33
Compac 1 + P 100 kg/ha	1052.00	878.00	1148.00	1026.00
Compac 1	754.00	982.00	1000.00	912.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	986.00	952.00	975.00	971.00
Compac 2 + P 100 kg/ha	1188.00	953.00	1542.00	1227.67
Compac 2	841.00	842.00	817.00	833.33
Compac 3 + P 75 kg/ha	1081.00	1066.00	1159.00	1102.00
Compac 3 + P 100 kg/ha	1123.00	1135.00	930.00	1062.67
Compac 3	964.00	742.00	816.00	840.67

Peso seco foliar

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	185374,30	8	23171,79	4,32	0,0062
Repeticiones	3916,74	2	1958,37	0,36	0,7000
Factor A	16774,30	2	8387,15	1,56	0,2400
Factor B	140539,19	2	70269,59	13,09	0,0004
Factor A*Factor B	28060,81	4	7015,20	1,31	0,3095
Error	85905,26	16	5369,08		
Total	275196,30	26			

cv. 14.72%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=89,12900

Error: 5369,0787 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	526,78	9	24,42 A
Compactacion 1	500,22	9	24,42 A
Compactacion 2	465,89	9	24,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=89,12900

Error: 5369,0787 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	581,44	9	24,42 A
75	506,11	9	24,42 A
0	405,33	9	24,42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Peso seco follaje 60 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	535.00	578.00	428.00	513.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	642.00	493.00	485.00	540.00
Compac 1	348.00	432.00	561.00	447.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	420.00	352.00	547.00	439.67
Compac 2 + P 100 kg/ha	600.00	532.00	584.00	572.00
Compac 2	362.00	396.00	400.00	386.00
Compac 3 + P 75 kg/ha	525.00	598.00	572.00	565.00
Compac 3 + P 100 kg/ha	672.00	637.00	588.00	632.33
Compac 3	330.00	356.00	463.00	383.00

Peso fresco de la raíz.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	61325,41	8	7665,68	8,01	0,0002
Repeticiones	940,52	2	470,26	0,49	0,6207
Factor A	12281,19	2	6140,59	6,42	0,0090
Factor B	37236,52	2	18618,26	19,46	0,0001
Factor A*Factor B	11807,70	4	2951,93	3,09	0,0463
Error	15308,81	16	956,80		
Total	77574,74	26			

cv. 18.36%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=37,62530

Error: 956,8009 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	195,00	9	10,31	A
Compactacion 2	167,67	9	10,31	A B
Compactacion 1	142,78	9	10,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=37,62530

Error: 956,8009 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
100	196,44	9	10,31	A
75	193,00	9	10,31	A
0	116,00	9	10,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Peso fresco raíz 60 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	153.00	180.00	134.00	155.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	200.00	72.00	208.00	160.00
Compac 1	83.00	116.00	139.00	112.67
Compac 2 + P 75 kg/ha	178.00	221.00	194.00	197.67
Compac 2 + P 100 kg/ha	172.00	165.00	187.00	174.67
Compac 2	129.00	118.00	145.00	130.67
Compac 3 + P 75 kg/ha	226.00	225.00	226.00	225.67
Compac 3 + P 100 kg/ha	264.00	257.00	243.00	254.67
Compac 3	95.00	107.00	112.00	104.67

Peso seco de la raíz

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	9843,33	8	1230,42	7,85	0,0003
Repeticiones	1078,22	2	539,11	3,44	0,0573
Factor A	2260,22	2	1130,11	7,21	0,0059
Factor B	3134,89	2	1567,44	10,00	0,0015
Factor A*Factor B	4448,22	4	1112,06	7,09	0,0017
Error	2509,11	16	156,82		
Total	13430,67	26			

cv.19.01

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,23243

Error: 156,8194 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	78,22	9	4,17 A
Compactacion 1	63,11	9	4,17 A B
Compactacion 2	56,33	9	4,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,23243

Error: 156,8194 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	74,11	9	4,17 A
75	72,89	9	4,17 A
0	50,67	9	4,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Peso seco raíz 60 días
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	114.00	74.00	60.00	82.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	67.00	57.00	42.00	55.33
Compac 1	43.00	54.00	57.00	51.33
Compac 2 + P 75 kg/ha	52.00	58.00	71.00	60.33
Compac 2 + P 100 kg/ha	61.00	44.00	65.00	56.67
Compac 2	62.00	39.00	55.00	52.00
Compac 3 + P 75 kg/ha	85.00	67.00	75.00	75.67
Compac 3 + P 100 kg/ha	118.00	105.00	108.00	110.33
Compac 3	69.00	39.00	38.00	48.67

Densidad aparente inicial

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,15	8	0,02	4,23	0,0068
Repeticiones	0,02	2	0,01	2,55	0,1091
Factor A	0,13	2	0,06	14,72	0,0002
Factor B	3,3E-03	2	1,6E-03	0,37	0,6945
Factor A*Factor B	0,02	4	4,0E-03	0,91	0,4792
Error	0,07	16	4,4E-03		
Total	0,24	26			

cv. 5.47

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08031

Error: 0,0044 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 1	1,29	9	0,02	A
Compactacion 2	1,21	9	0,02	B
Compactacion 3	1,12	9	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08031

Error: 0,0044 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
0	1,22	9	0,02	A
75	1,20	9	0,02	A
100	1,20	9	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g/cc)			Promedio Densidad Aparente Inicial
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	1.29	1.37	1.22	1.29
Compac 1 + P 100 kg/ha	1.29	1.29	1.33	1.30
Compac 1	1.21	1.28	1.34	1.28
Compac 2 + P 75 kg/ha	1.09	1.26	1.19	1.18
Compac 2 + P 100 kg/ha	1.23	1.04	1.25	1.17
Compac 2	1.25	1.25	1.31	1.27
Compac 3 + P 75 kg/ha	1.08	1.11	1.21	1.13
Compac 3 + P 100 kg/ha	1.11	1.09	1.14	1.11
Compac 3	1.04	1.10	1.22	1.12

Densidad aparente final

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,10	8	0,01	1,39	0,2723
Repeticiones	0,03	2	0,01	1,47	0,2594
Factor A	0,06	2	0,03	3,01	0,0779
Factor B	0,01	2	0,01	0,64	0,5414
Factor A*Factor B	0,04	4	0,01	0,96	0,4550
Error	0,15	16	0,01		
Total	0,28	26			

cv. 9.71 %

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11692

Error: 0,0092 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 2	1,05	9	0,03 A
Compactacion 1	0,99	9	0,03 A
Compactacion 3	0,93	9	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11692

Error: 0,0092 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
0	1,01	9	0,03 A
75	1,00	9	0,03 A
100	0,96	9	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g/cc)			Promedio Densidad Aparente Final
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	1.00	0.96	0.90	0.95
Compac 1 + P 100 kg/ha	1.03	1.06	1.01	1.03
Compac 1	0.88	1.07	1.01	0.99
Compac 2 + P 75 kg/ha	0.91	1.13	1.15	1.06
Compac 2 + P 100 kg/ha	1.11	0.98	0.89	0.99
Compac 2	1.05	1.10	1.09	1.08
Compac 3 + P 75 kg/ha	1.04	0.93	0.95	0.97
Compac 3 + P 100 kg/ha	0.69	0.96	0.93	0.93
Compac 3	0.94	1.12	0.85	0.97

Humedad inicial

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2052,52	8	256,56	6,23	0,0010
Repeticiones	98,74	2	49,37	1,20	0,3271
Factor A	1872,07	2	936,04	22,74	<0,0001
Factor B	27,63	2	13,81	0,34	0,7198
Factor A*Factor B	152,81	4	38,20	0,93	0,4722
Error	658,59	16	41,16		
Total	2809,85	26			

cv. 11.27%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,80401

Error: 41,1620 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	67,56	9	2,14	A
Compactacion 2	56,00	9	2,14	B
Compactacion 1	47,22	9	2,14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,80401

Error: 41,1620 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
0	58,33	9	2,14	A
100	56,44	9	2,14	A
75	56,00	9	2,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (%)			Promedio Humedad Inicial
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	46.00	34.00	61.00	47.00
Compac 1 + P 100 kg/ha	50.00	42.00	45.00	45.67
Compac 1	43.00	54.00	50.00	49.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	48.00	57.00	50.00	51.67
Compac 2 + P 100 kg/ha	57.00	49.00	60.00	55.33
Compac 2	65.00	56.00	62.00	61.00
Compac 3 + P 75 kg/ha	69.00	69.00	70.00	69.33
Compac 3 + P 100 kg/ha	73.00	64.00	68.00	68.33
Compac 3	73.00	63.00	59.00	65.00

Humedad final

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1259,19	8	157,40	6,21	0,0010
Repeticiones	9,19	2	4,59	0,18	0,8359
Factor A	773,85	2	386,93	15,27	0,0002
Factor B	3,85	2	1,93	0,08	0,9272
Factor A*Factor B	481,48	4	120,37	4,75	0,0102
Error	405,48	16	25,34		
Total	1673,85	26			

cv. 9.31

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,12343

Error: 25,3426 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	60,56	9	1,68	A
Compactacion 2	54,22	9	1,68	B
Compactacion 1	47,44	9	1,68	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,12343

Error: 25,3426 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
75	54,44	9	1,68	A
100	54,22	9	1,68	A
0	53,56	9	1,68	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (%)			Promedio Humedad Final
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	43.00	46.00	48.00	45.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	41.00	42.00	44.00	42.33
Compac 1	64.00	49.00	50.00	54.33
Compac 2 + P 75 kg/ha	63.00	55.00	56.00	58.00
Compac 2 + P 100 kg/ha	53.00	60.00	60.00	57.67
Compac 2	43.00	48.00	50.00	47.00
Compac 3 + P 75 kg/ha	62.00	64.00	53.00	59.67
Compac 3 + P 100 kg/ha	57.00	70.00	61.00	62.67
Compac 3	58.00	60.00	60.00	59.33

Compactación Inicial

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	187773,33	8	23471,67	105,54	<0,0001
Repeticiones	124,22	2	62,11	0,28	0,7599
Factor A	183005,56	2	91502,78	411,43	<0,0001
Factor B	1748,67	2	874,33	3,93	0,0409
Factor A*Factor B	3019,11	4	754,78	3,39	0,0343
Error	3558,44	16	222,40		
Total	191456,00	26			

cv. 7.71%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,14008

Error: 222,4028 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 1	284,44	9	4,97	A
Compactacion 2	210,56	9	4,97	B
Compactacion 3	85,00	9	4,97	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,14008

Error: 222,4028 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
75	204,11	9	4,97	A
100	191,11	9	4,97	A B
0	184,78	9	4,97	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (PSI)			Promedio Grado de Compactación Inicial
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	287.00	272.00	298.00	285.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	274.00	280.00	300.00	284.67
Compac 1	270.00	283.00	296.00	283.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	244.00	245.00	232.00	240.33
Compac 2 + P 100 kg/ha	210.00	214.00	196.00	206.67
Compac 2	182.00	218.00	154.00	184.67
Compac 3 + P 75 kg/ha	96.00	87.00	76.00	86.33
Compac 3 + P 100 kg/ha	88.00	82.00	76.00	82.00
Compac 3	86.00	84.00	90.00	86.67

Compactación Final

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	180833,85	8	22604,23	80,38	<0,0001
Repeticiones	136,96	2	68,48	0,24	0,7867
Factor A	175262,30	2	87631,15	311,60	<0,0001
Factor B	1680,52	2	840,26	2,99	0,0790
Factor A*Factor B	3891,04	4	972,76	3,46	0,0322
Error	4499,70	16	281,23		
Total	185470,52	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,39863

Error: 281,2315 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 1	276,00	9	5,59	A
Compactacion 2	200,44	9	5,59	B
Compactacion 3	80,33	9	5,59	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,39863

Error: 281,2315 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
75	196,11	9	5,59	A
100	183,56	9	5,59	A
0	177,11	9	5,59	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (PSI)			Promedio Grado de Compactación Final
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	257.00	263.00	295.00	271.67
Compac 1 + P 100 kg/ha	270.00	275.00	290.00	278.33
Compac 1	265.00	280.00	289.00	278.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	235.00	236.00	228.00	233.00
Compac 2 + P 100 kg/ha	198.00	204.00	182.00	194.67
Compac 2	179.00	207.00	135.00	173.67
Compac 3 + P 75 kg/ha	95.00	84.00	72.00	83.67
Compac 3 + P 100 kg/ha	83.00	75.00	75.00	77.67
Compac 3	81.00	74.00	84.00	79.67

Granos por mazorca

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	123349,41	8	15418,68	49,21	<0,0001
Repeticiones	1216,96	2	608,48	1,94	0,1758
Factor A	64064,30	2	32032,15	102,24	<0,0001
Factor B	58045,41	2	29022,70	92,63	<0,0001
Factor A*Factor B	1239,70	4	309,93	0,99	0,4415
Error	5013,04	16	313,31		
Total	129579,41	26			

cv. 3.11%

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,53077

Error: 313,3148 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	617,00	9	5,90	A
Compactacion 2	587,44	9	5,90	B
Compactacion 1	502,11	9	5,90	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,53077

Error: 313,3148 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
100	631,56	9	5,90	A
75	554,11	9	5,90	B
0	520,89	9	5,90	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (Nº)			Promedio Granos por mazorca
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	498	493	450	480
Compac 1 + P 100 kg/ha	593	574	533	567
Compac 1	462	440	476	459
Compac 2 + P 75 kg/ha	550	580	569	566
Compac 2 + P 100 kg/ha	672	656	635	654
Compac 2	525	557	543	542
Compac 3 + P 75 kg/ha	620	608	619	616
Compac 3 + P 100 kg/ha	680	676	665	674
Compac 3	572	568	545	562

Peso de 100 semillas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	62,96	8	7,87	0,95	0,5074
Repeticiones	0,30	2	0,15	0,02	0,9824
Factor A	24,07	2	12,04	1,45	0,2643
Factor B	29,41	2	14,70	1,77	0,2024
Factor A*Factor B	9,48	4	2,37	0,29	0,8833
Error	133,04	16	8,31		
Total	196,30	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,50748

Error: 8,3148 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	43,67	9	0,96 A
Compactacion 2	42,00	9	0,96 A
Compactacion 1	41,44	9	0,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,50748

Error: 8,3148 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	43,67	9	0,96 A
75	42,33	9	0,96 A
0	41,11	9	0,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Peso de 100 semillas
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	43.00	41.00	40.00	41.33
Compac 1 + P 100 kg/ha	39.00	42.00	45.00	42.00
Compac 1	41.00	42.00	40.00	41.00
Compac 2 + P 75 kg/ha	44.00	42.00	41.00	42.33
Compac 2 + P 100 kg/ha	43.00	42.00	44.00	43.00
Compac 2	37.00	45.00	40.00	40.67
Compac 3 + P 75 kg/ha	48.00	40.00	42.00	43.33
Compac 3 + P 100 kg/ha	43.00	45.00	50.00	46.00
Compac 3	44.00	41.00	40.00	41.67

Relación grano - tusa

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7,14	8	0,89	2,79	0,0383
Repeticiones	0,07	2	0,03	0,11	0,9003
Factor A	3,91	2	1,96	6,12	0,0106
Factor B	1,23	2	0,62	1,93	0,1774
Factor A*Factor B	2,00	4	0,50	1,56	0,2322
Error	5,11	16	0,32		
Total	12,32	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68771

Error: 0,3196 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.
Compactacion 3	4,85	9	0,19 A
Compactacion 2	4,38	9	0,19 A B
Compactacion 1	3,91	9	0,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68771

Error: 0,3196 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.
100	4,68	9	0,19 A
75	4,28	9	0,19 A
0	4,19	9	0,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (g)			Promedio Relación grano - tusa
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	3.40	3.60	4.37	3.79
Compac 1 + P 100 kg/ha	4.30	3.73	4.66	4.23
Compac 1	2.82	4.22	4.13	3.72
Compac 2 + P 75 kg/ha	4.54	4.77	3.81	4.37
Compac 2 + P 100 kg/ha	4.88	4.37	3.44	4.23
Compac 2	4.84	3.76	5.04	4.55
Compac 3 + P 75 kg/ha	4.20	4.90	4.93	4.68
Compac 3 + P 100 kg/ha	5.74	5.64	5.35	5.57
Compac 3	4.41	4.11	4.34	4.29

Rendimiento

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	275141343,54	8	34392667,94	29,27	<0,0001
Repeticiones	3737012,81	2	1868506,40	1,59	0,2345
Factor A	160407572,96	2	80203786,48	68,26	<0,0001
Factor B	104593709,56	2	52296854,78	44,51	<0,0001
Factor A*Factor B	10140061,02	4	2535015,25	2,16	0,1206
Error	18799492,38	16	1174968,27		
Total	297677848,73	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1318,50630

Error: 1174968,2737 gl: 16

Factor A	Medias	n	E.E.	
Compactacion 3	15118,06	9	361,32	A
Compactacion 2	13057,94	9	361,32	B
Compactacion 1	9235,00	9	361,32	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1318,50630

Error: 1174968,2737 gl: 16

Factor B	Medias	n	E.E.	
100	14434,09	9	361,32	A
75	13196,81	9	361,32	A
0	9780,09	9	361,32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	Repeticiones (Kg/ha)			Promedio Rendimiento
	R1	R2	R3	
Compac 1 + P 75 kg/ha	7575,76	8522,73	11837,12	9311,87
Compac 1 + P 100 kg/ha	10416,67	7102,27	12310,61	9943,18
Compac 1	9943,18	10416,67	9469,70	9943,18
Compac 2 + P 75 kg/ha	11837,12	11363,64	11363,64	11521,46
Compac 2 + P 100 kg/ha	11363,64	12310,61	11363,64	11679,29
Compac 2	12310,61	9943,18	13257,58	11837,12
Compac 3 + P 75 kg/ha	11363,64	13731,06	10416,67	11837,12
Compac 3 + P 100 kg/ha	10890,15	13257,58	12784,09	12310,61
Compac 3	12784,09	10890,15	11363,64	11679,29

Anexo 3. Graficos estadisticos.

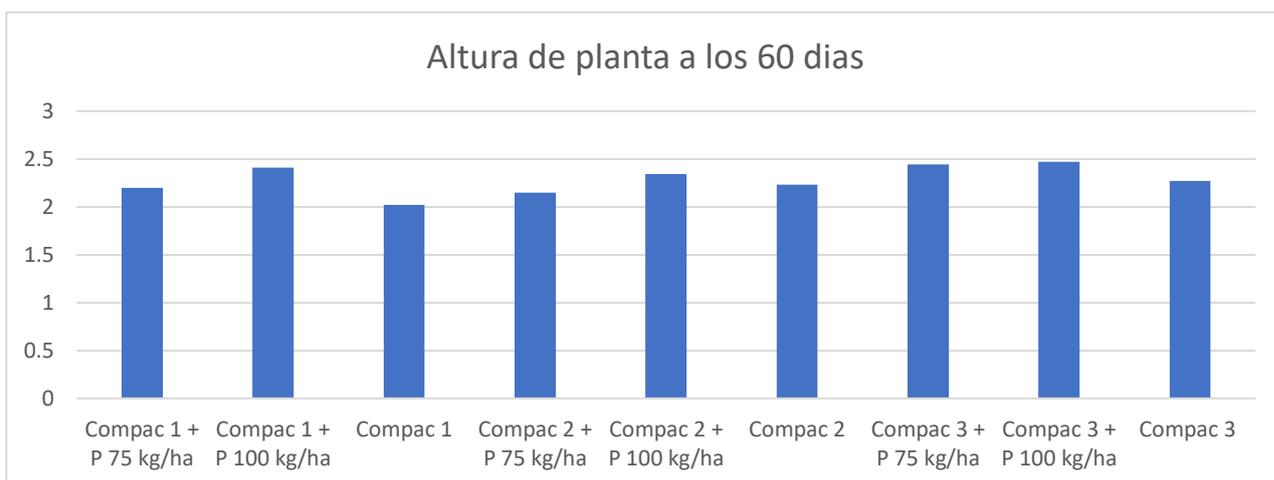


Grafico 1. Altura de planta a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

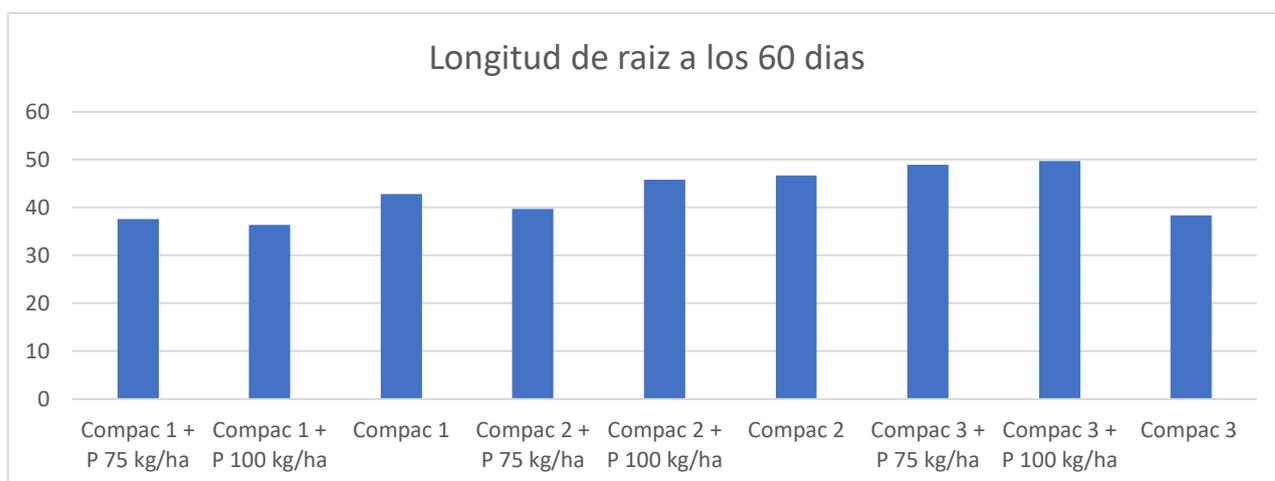


Gráfico 2 Longitud de raíz a los 60 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

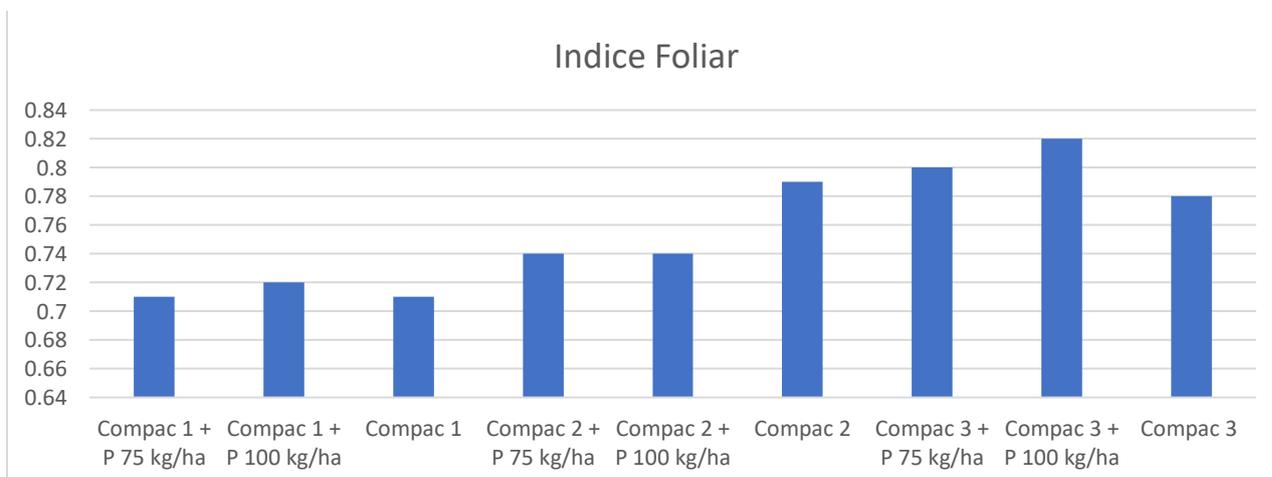


Gráfico 3 Índice foliar en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

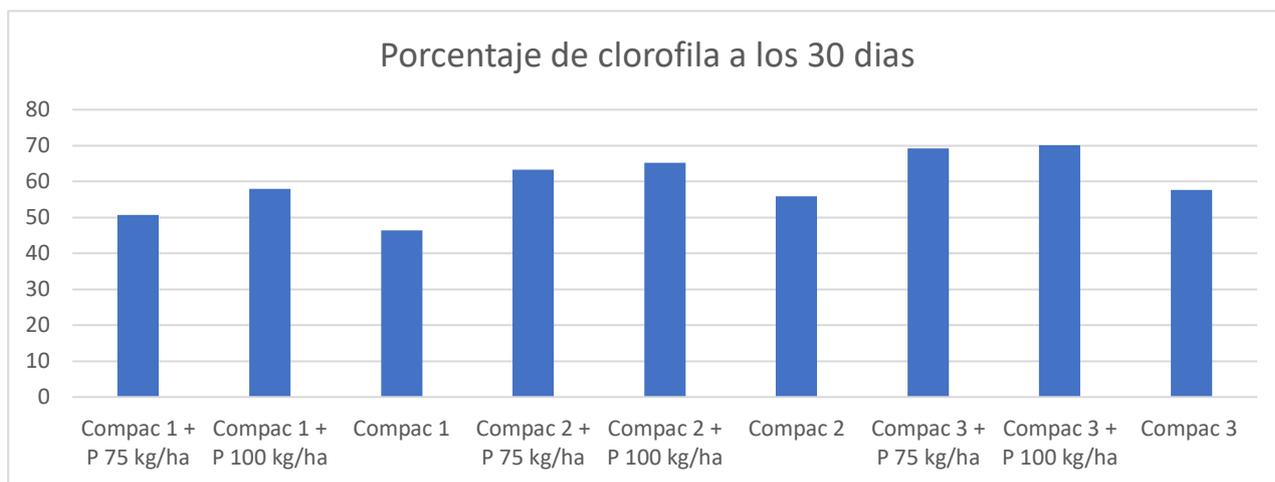


Gráfico 6 Porcentaje de clorofila a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

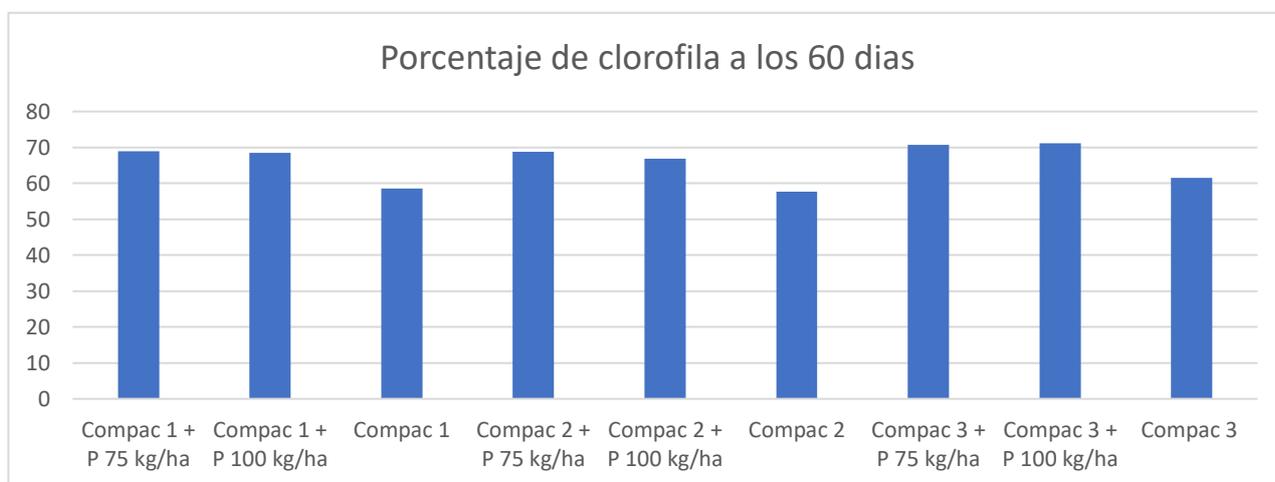


Gráfico 5 Porcentaje de clorofila a los 60 días a los 30 días en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

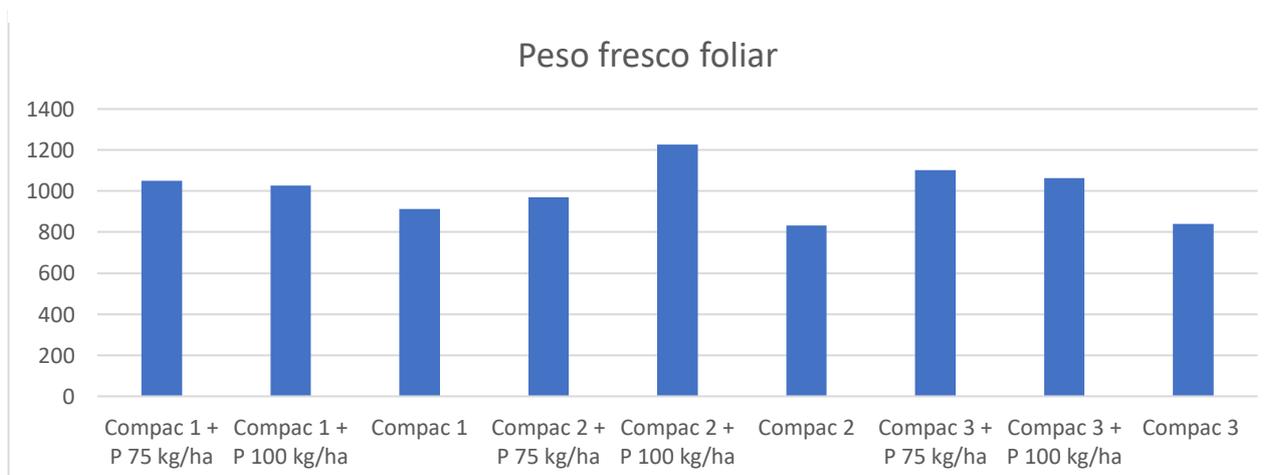


Gráfico 4. Peso fresco foliar, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

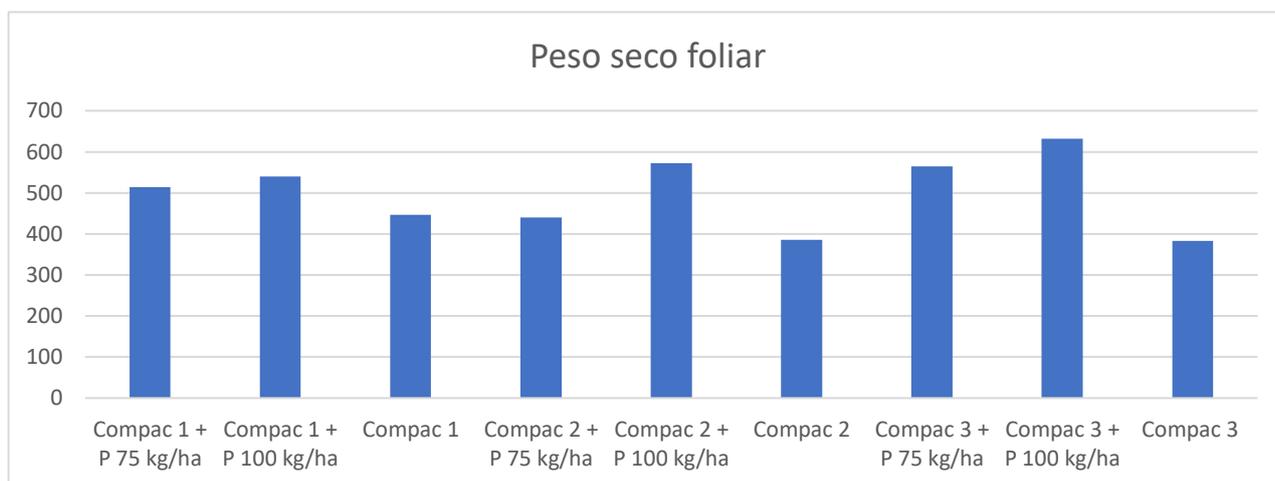


Gráfico 7. Peso seco foliar, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

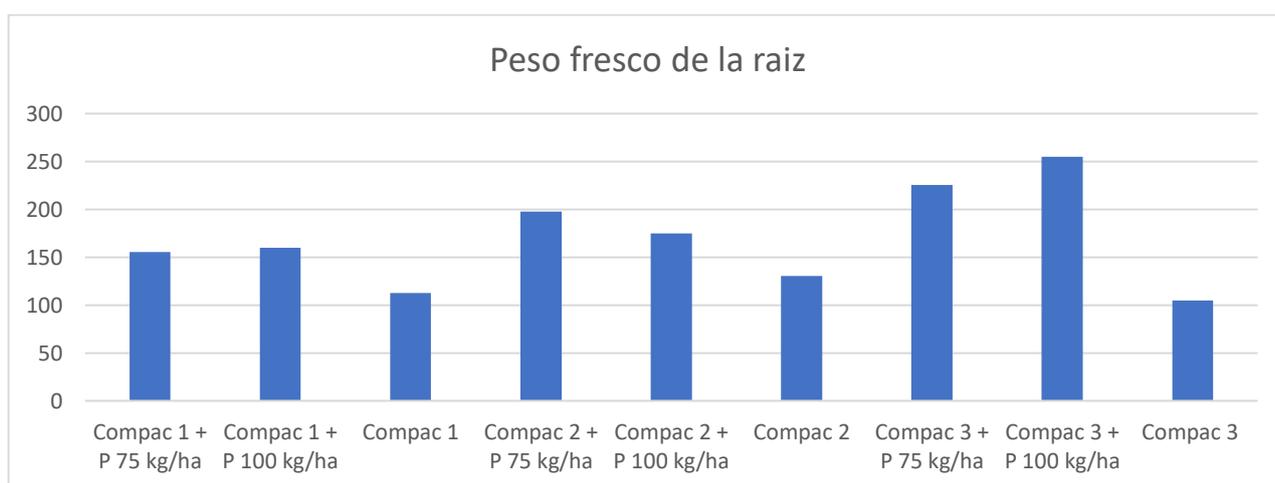


Gráfico 8. Peso fresco de la raíz en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

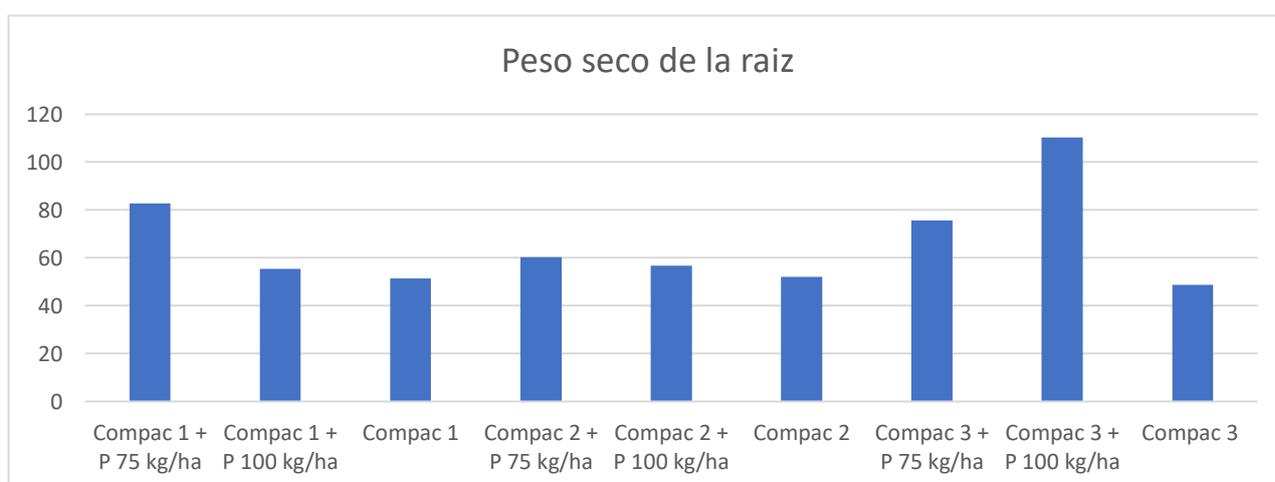


Gráfico 9. Peso seco de la raíz, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

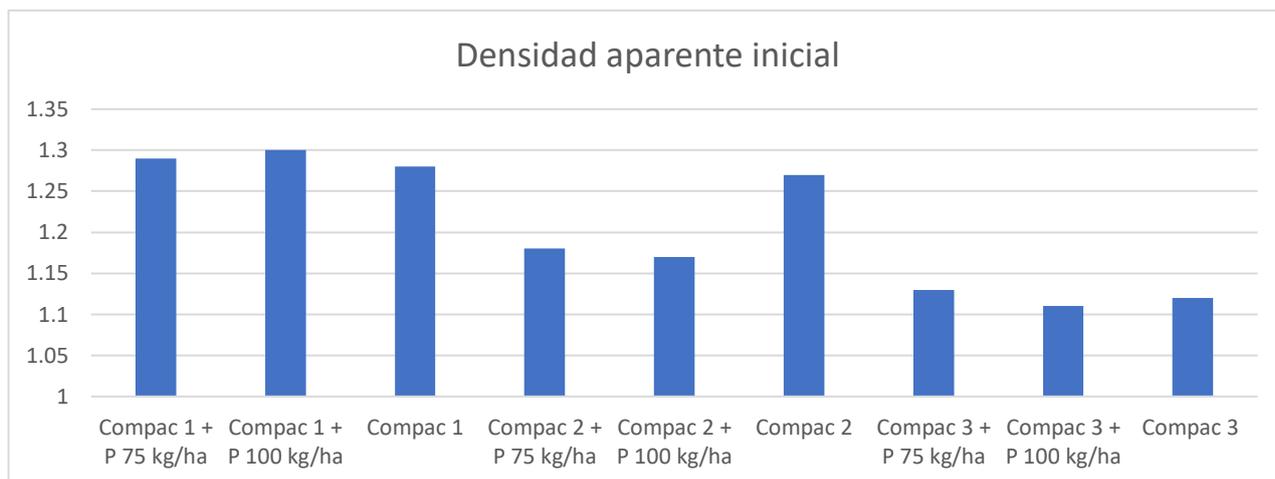


Gráfico 10 Densidad aparente inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

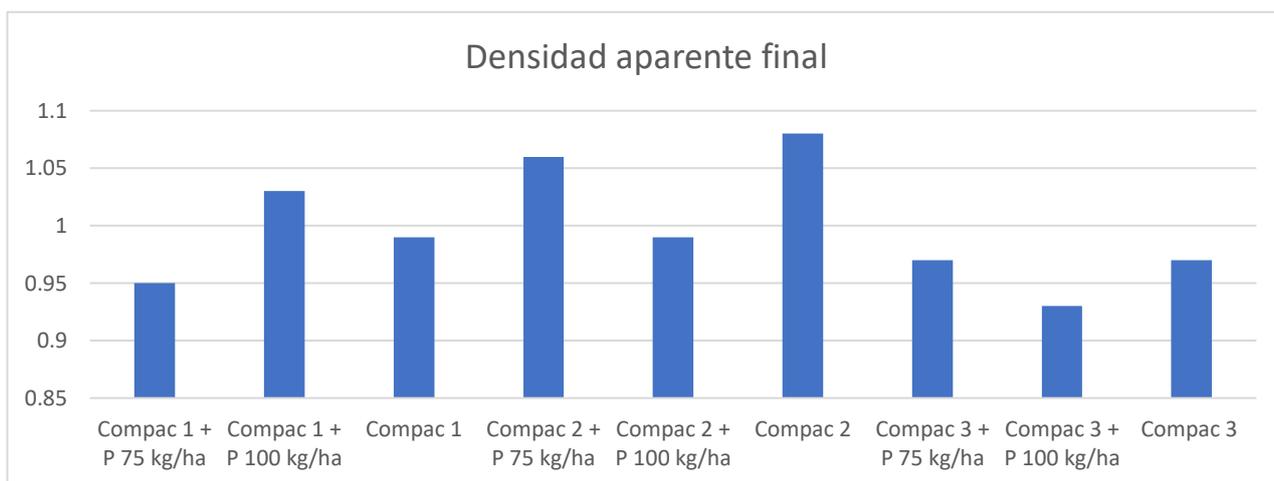


Gráfico 12. Densidad aparente final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

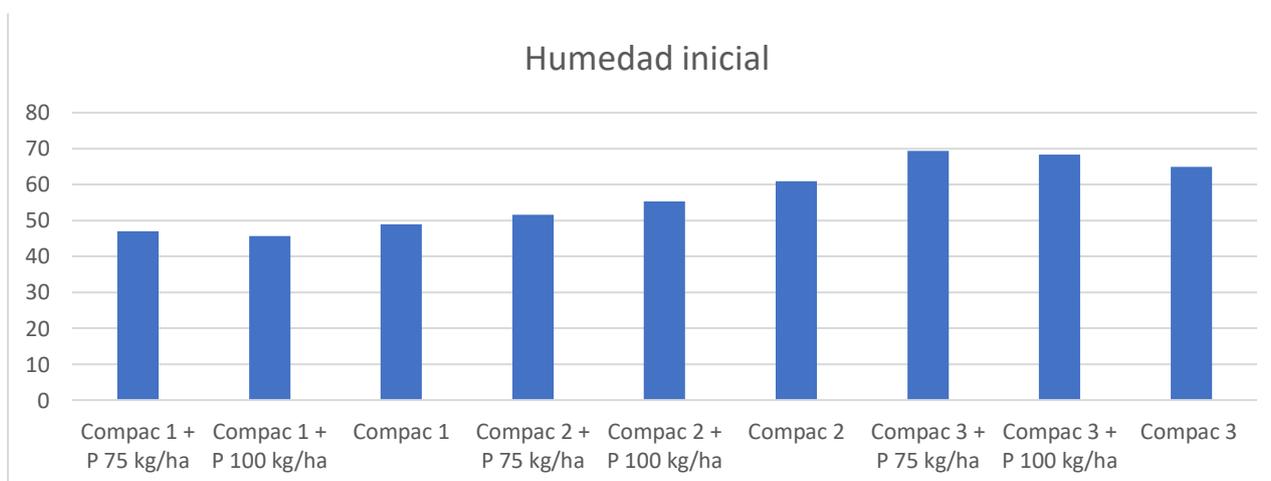


Gráfico 11. Humedad inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

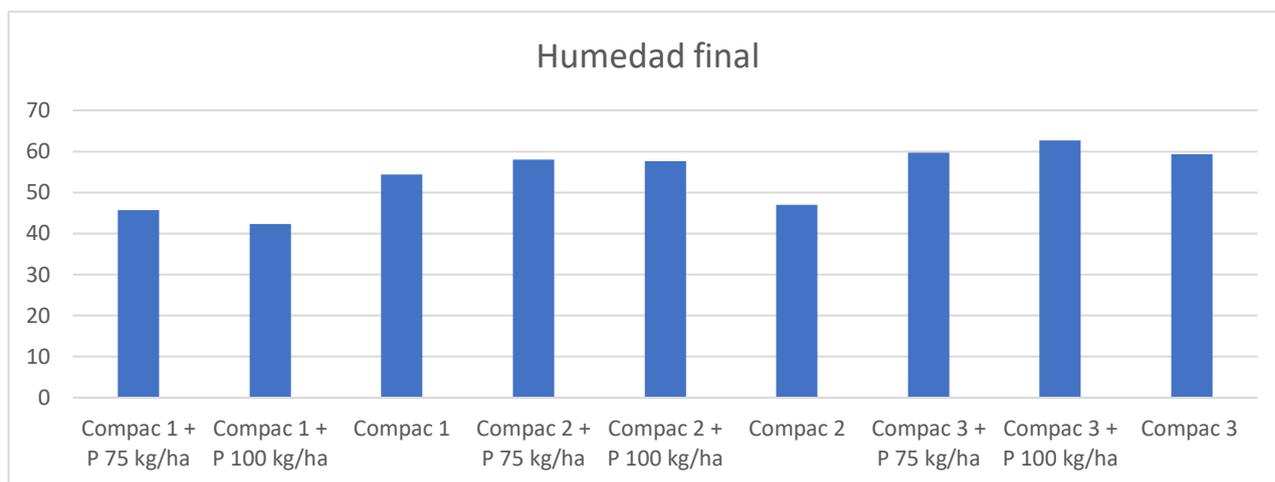


Gráfico 13. Humedad final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

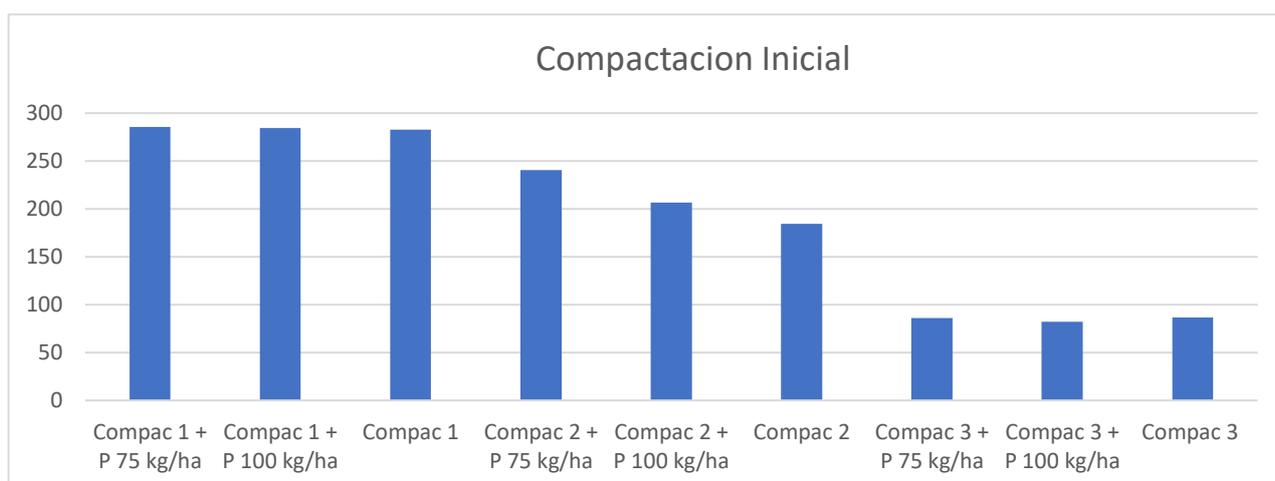


Gráfico 14. Compactación de suelo inicial, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

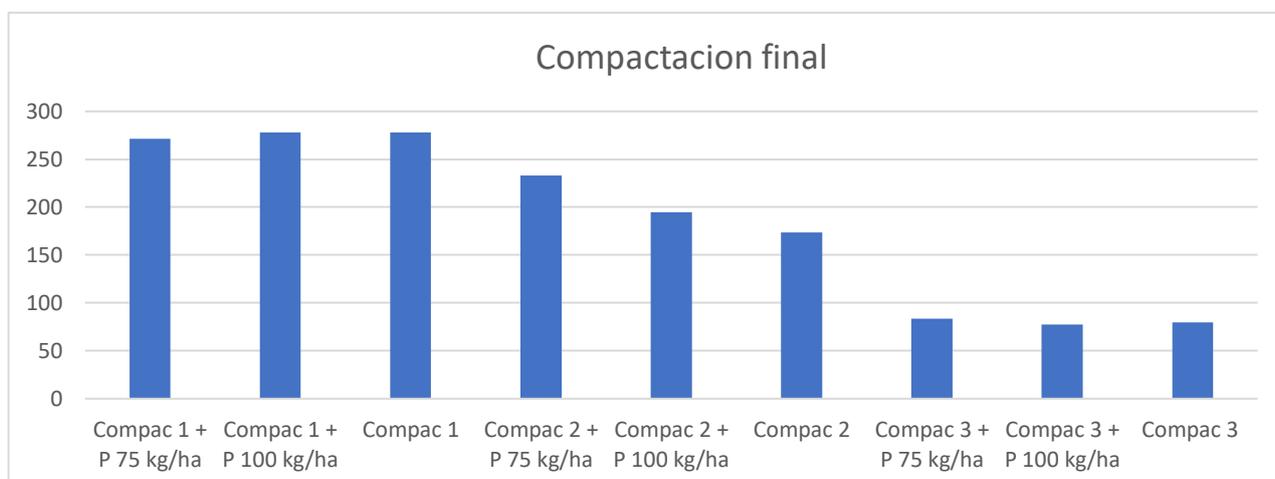


Gráfico 15. Compactación de suelo final, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

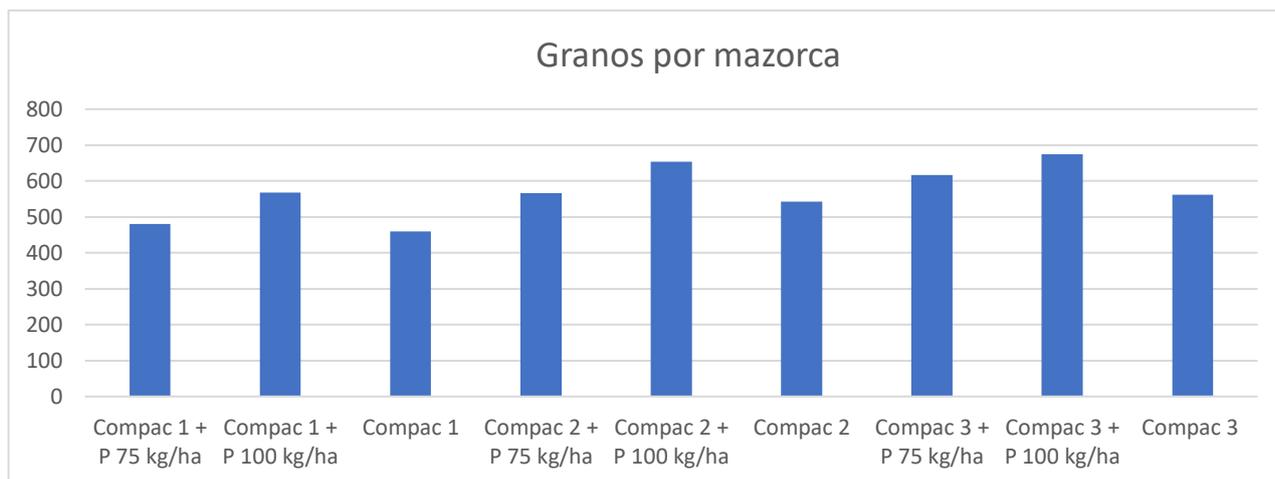


Gráfico 16. Granos por mazorca, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

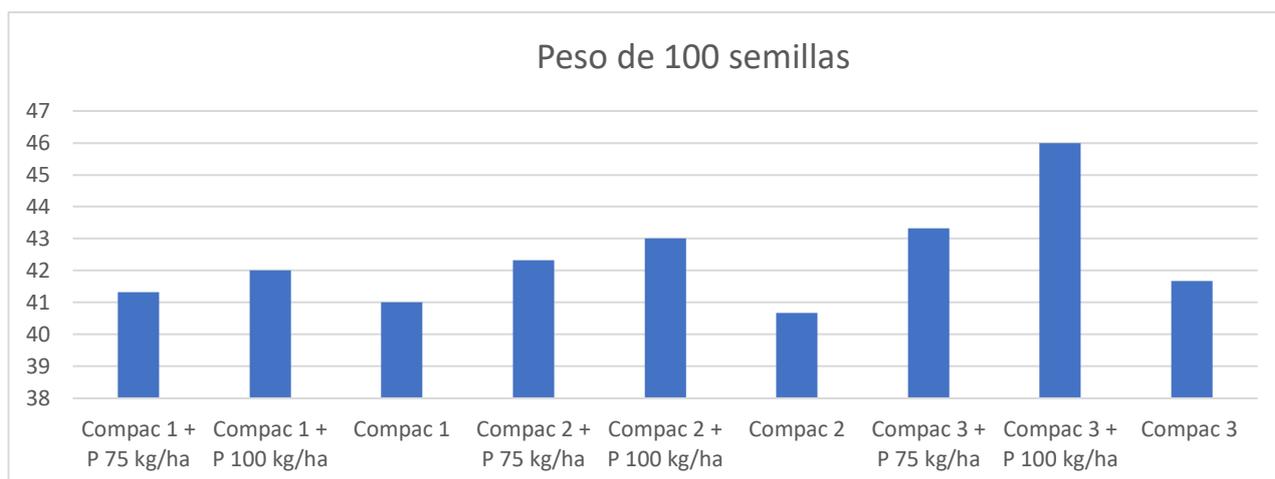


Gráfico 17. Peso de 100 semillas, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

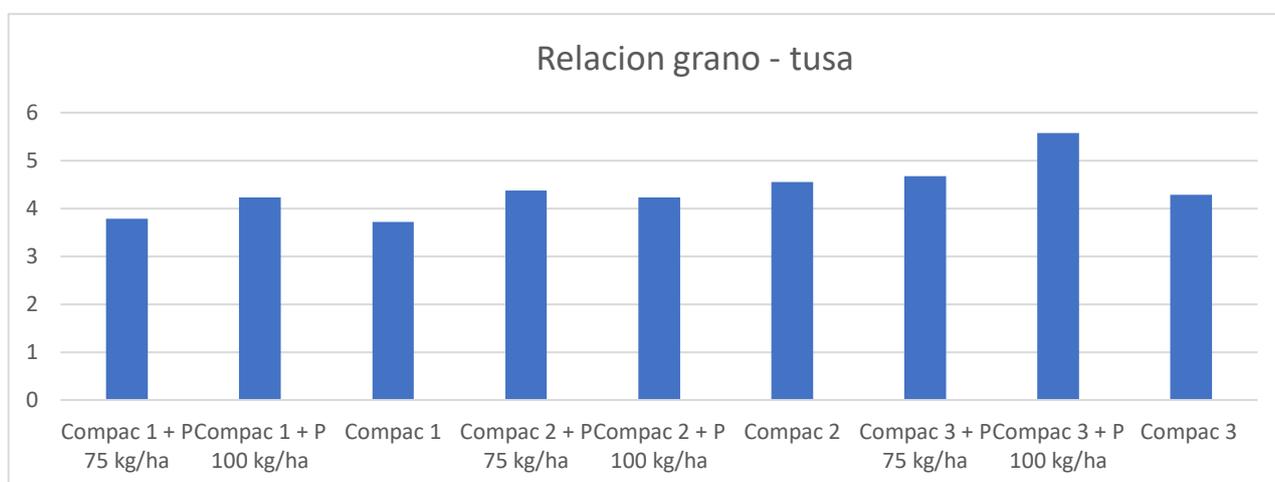


Gráfico 18. Relación grano - tusa, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.

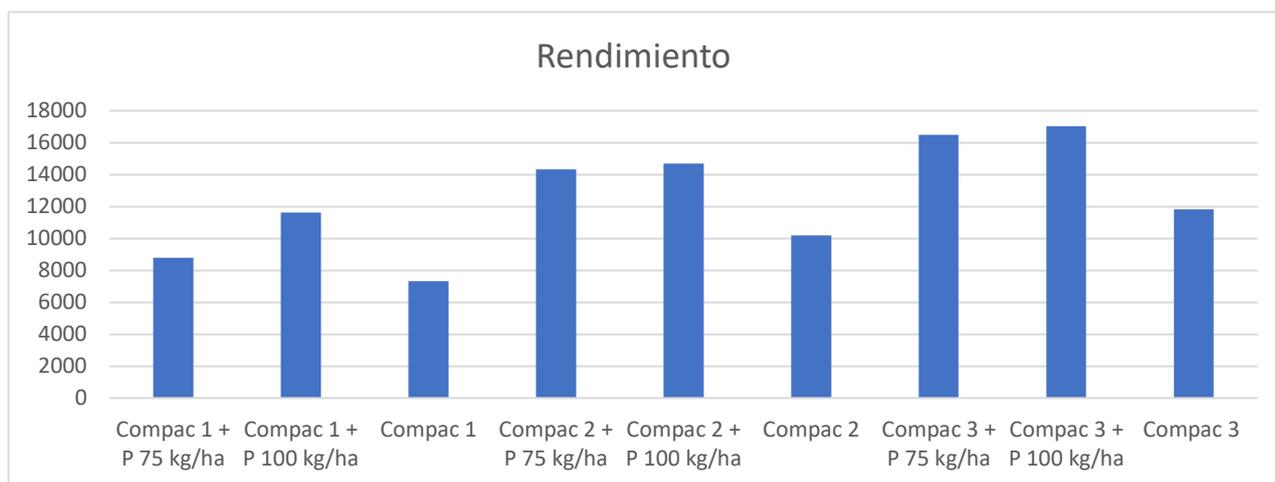


Gráfico 19. Rendimiento, en el cultivo de maíz, sembrado en diferentes grados de compactación de suelo y dosis de fósforo en la zona de Baba. FACIAG; 2020.