

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE TRES FUENTES DE POTASIO EN TRES HIBRIDOS DE MAÍZ DULCE (*Zea mays*, Poaceae) EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, JOYABAJ, QUICHÉ.**

TESIS DE GRADO

**FRANCISCO JAVIER NATARENO ESCALANTE**

CARNET 15658-03

QUETZALTENANGO, MAYO DE 2017  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE TRES FUENTES DE POTASIO EN TRES HIBRIDOS DE MAÍZ DULCE (*Zea mays*, Poaceae) EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, JOYABAJ, QUICHÉ.**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**FRANCISCO JAVIER NATARENO ESCALANTE**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, MAYO DE 2017  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DR. LUIS FERNANDO ALDANA DE LEÓN

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN  
ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO  
ING. MARCO ANTONIO ABAC YAX

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 06 de agosto de 2016

Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el informe Final de Tesis del estudiante: **Francisco Javier Natareno Escalante**, con carné **No.1565803**, titulado: **“EVALUACION DE TRES FUENTES DE POTASIO EN TRES HIBRIDOS DE MAIZ DULCE (*Zea Mays, Poaceae*), EN LA CONCENTRACION DE SÓLIDOS SOLUBLES, JOYABAJ, QUICHE”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de Facultad, previo a su autorización de impresión.

Deferentemente



---

**Dr. Luis Fernando Aldana de león**  
**Colegiado No. 549**



**Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FRANCISCO JAVIER NATARENO ESCALANTE, Carnet 15658-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0665-2017 de fecha 28 de abril de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES FUENTES DE POTASIO EN TRES HIBRIDOS DE MAÍZ DULCE  
(*Zea mays*, Poaceae) EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, JOYABAJ,  
QUICHÉ.**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de mayo del año 2017.

**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**



## **Agradecimiento**

A Dios porque para él es toda la honra y la gloria.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi vida, exhortándome a ser mejor cada día.

A mi asesor Dr. Luis Fernando Aldana así como a la terna que practico la evaluación, Ing. Leonel Abraham Esteban Monterroso, Ing. Marco Antonio Abac Yax y Mgtr. Marco Antonio Molina Monzón

Ing. Marco Antonio Abac Yax, por su apoyo, colaboración y asesoría durante la etapa universitaria.

## **Dedicatoria**

- A Dios:** Por permitirme haber culminado esta etapa tan especial en mi vida.
- A mis Padres:** Mario Natareno e Ingrid Escalante, por todo el cariño y esfuerzo brindado, por sus palabras de aliento para terminar mi estudios, por lo que este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes.
- A mi Esposa:** María Isabel Guerra por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente.
- A mis Hijos:** Valeria Beatriz y Javier Alfonso por ser la motivación más grande para ser mejor cada día.
- A mis Hermanos:** Por su apoyo y motivación constante.



## Índice

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
2.1 POTASIO.....	3
2.1.1 Potasio en las plantas.....	3
2.1.2 Funciones del potasio.....	5
2.1.3 Síntomas de deficiencia.....	5
2.1.4 Factores que afectan el equilibrio del K en el suelo.....	5
2.1.5 Potasio en las rocas madre.....	6
2.1.6 Potasio no asimilable.....	7
2.1.7 Potasio intercambiable en las soluciones del suelo.....	7
2.1.8 Potasio rápidamente asimilable.....	7
2.1.9 Potasio en estado de retrogradación.....	8
2.1.10 Potasio lentamente asimilable.....	8
2.1.11 Potasio aprovechado por el maíz.....	9
2.1.12 Fertilizantes potásicos.....	11
2.1.13 Cloruro de potasio.....	11
2.1.14 Nitrato de potasio.....	12
2.1.15 Sulfato de potasio.....	12
2.2 HÍBRIDOS DE MAÍZ.....	12
2.2.1 Generalidades del maíz dulce.....	13
2.2.2 Tipos híbridos de maíz dulce.....	14
2.2.3 Clasificación taxonómica.....	15
2.2.4 Descripción botánica de la planta.....	16
2.2.5 Importancia nutricional y aprovechamiento del maíz dulce.....	19
2.2.6 Necesidades climáticas y edafológicas del maíz dulce.....	20
2.3 QUÉ ES LA REFRACCIÓN.....	22
2.3.1 Descripción del sistema transparente.....	22
2.3.2 Descripción del sistema de reflexión.....	23
2.3.3 Unidad de medida (Brix).....	23

2.3.4	Grados Brix en las plantas.....	23
2.3.5	Ventajas de cultivos con alto grado Brix.....	25
<b>3.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y LA JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
4.1	GENERAL.....	28
4.2	ESPECÍFICOS.....	28
<b>5.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>29</b>
5.1	HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	29
<b>6.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
6.1	LOCALIZACIÓN.....	30
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	30
6.3	FACTORES A ESTUDIAR.....	30
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	31
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
6.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	31
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	32
6.8	CROQUIS DE CAMPO.....	32
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	34
6.9.1	Análisis químico del suelo y preparación del terreno.....	34
6.9.2	Siembra.....	34
6.9.3	Riego.....	34
6.9.4	Fertilización.....	35
6.9.5	Control de malezas.....	35
6.9.6	Control fitosanitario.....	35
6.9.7	Cosecha de mazorcas de maíz dulce y toma de datos.....	35
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA.....	36
6.10.1	Rendimiento de mazorcas expresado en kilogramos por hectárea.....	36

6.10.2	Concentración de Sólidos Solubles.....	36
6.10.3	Número de mazorcas por hectárea.....	36
6.10.4	Número mazorcas de primera calidad por hectárea.....	36
6.10.5	Número de mazorcas de segunda calidad por hectárea.....	36
6.10.6	Ancho de mazorca.....	37
6.10.7	Largo de mazorca.....	37
6.10.8	Altura de plantas a los 60 días.....	37
6.10.9	Altura de plantas a los 90 días.....	37
6.11	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	37
6.11.1	Análisis estadístico.....	37
6.11.2	Análisis económico.....	37
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
7.1	RENDIMIENTO DE MAZORCAS EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha).....	39
7.2	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.....	42
7.3	NÚMERO DE MAZORCAS POR HECTÁREA.....	45
7.4	NÚMERO DE MAZORCAS DE PRIMERA CALIDAD POR HECTÁREA.....	48
7.5	NÚMERO DE MAZORCAS DE SEGUNDA CALIDAD POR HECTÁREA.....	52
7.6	ANCHO DE MAZORCA.....	55
7.7	LARGO DE MAZORCA.....	58
7.8	ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS.....	61
7.9	ALTURA A LOS 90 DÍAS.....	64
7.10	ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL.....	66
7.11	ANÁLISIS DE DOMINANCIA.....	67
7.12	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.....	68
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>9.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>

<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXO.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Pág.
Cuadro 1.	Tabla de composición de maíz dulce (100 gramos de porción comestible).....	19
Cuadro 2.	Tratamientos evaluados, en tres híbridos de maíz dulce fertilizados con diferentes fuentes de Potasio, Joyabaj, Quiché, 2013.....	31
Cuadro 3.	Tabla de referencia utilizada en las parcelas pequeñas, en los tratamientos evaluados, en tres híbridos de maíz dulce fertilizados con diferentes fuentes de Potasio, Joyabaj, Quiché, 2013.....	33
Cuadro 4.	Análisis de varianza para la variable rendimiento de mazorcas (kg/ha) en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	39
Cuadro 5.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Quiche, 2013.....	40
Cuadro 6.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Joyabaj, Quiche, 2013.....	41
Cuadro 7.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del factor A con el factor B en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Quiche, 2013.....	42
Cuadro 8.	Análisis de varianza para la variable concentración de sólidos solubles en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	43
Cuadro 9.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable sólidos solubles; Joyabaj, Quiche, 2013.44	

Cuadro 10.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor B en la variable sólidos solubles; Joyabaj, Quiche, 2013.....	44
Cuadro 11.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, sólidos solubles expresado en grados Brix; Joyabaj, Quiche, 2013...	45
Cuadro 12.	Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	46
Cuadro 13.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable número mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	47
Cuadro 14.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	47
Cuadro 15.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, número de mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013....	48
Cuadro 16.	Análisis de varianza para la variable número de mazorcas de 1 <sup>era</sup> por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	49
Cuadro 17.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor A en la variable número de mazorcas de 1 <sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	50
Cuadro 18.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número de mazorcas de 1 <sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	51
Cuadro 19.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable,	

	número de mazorcas de 1 <sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	52
Cuadro 20.	Análisis de varianza, para la variable número de mazorcas de 2 <sup>da</sup> por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	53
Cuadro 21.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable número de mazorcas de 2 <sup>da</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	54
Cuadro 22.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número de mazorcas de 2 <sup>da</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.....	54
Cuadro 23.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, número de mazorcas de 2 <sup>da</sup> hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.	55
Cuadro 24.	Análisis de varianza para la variable ancho de mazorca expresado en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio, Joyabaj; Quiche, 2013.....	56
Cuadro 25.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable ancho de mazorca expresada en cms, Joyabaj, Quiche, 2013.....	57
Cuadro 26.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable en la variable ancho de mazorca expresada en cms, Joyabaj; Quiche, 2013.....	57
Cuadro 27.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable ancho de mazorca expresada en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.....	58
Cuadro 28.	Análisis de varianza, para la variable largo de mazorca expresado en cms, en la producción de tres híbridos de maíz	

	dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	59
Cuadro 29.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable largo de mazorca expresado en cms, Joyaba; Quiche, 2013.....	60
Cuadro 30.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor B en la variable largo de mazorca expresado en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.....	60
Cuadro 31.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable largo de mazorca expresado en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.....	61
Cuadro 32.	Análisis de varianza, para la variable altura a los 60 días expresada en metros, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	62
Cuadro 33.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable de altura a los 60 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.....	63
Cuadro 34.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable de altura a los 60 días expresa en metros, Joyabaj, Quiche, 2013.....	63
Cuadro 35.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable de altura a los 60 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.....	64
Cuadro 36.	Análisis de varianza, para la variable altura a los 90 días expresado en metros, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	65
Cuadro 37.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la Variable altura a los 90 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.....	66



Cuadro 38.	Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable altura a los 90 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.....	66
Cuadro 39.	Análisis de presupuestos parciales en el rendimiento de mazorcas de maíz dulce en la aplicación de tres fuentes de potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.....	67
Cuadro 40.	Análisis de Dominancia del conjunto de doce tratamientos en el rendimiento de bandejas/ha en la aplicación de diferentes fuentes de Potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.....	68
Cuadro 41.	Análisis de Rentabilidad en el rendimiento de bandejas/ha en la aplicación de diferentes fuentes de Potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.	Dimensiones de la Unidad Experimental.....	32
Figura 2.	Distribución de tratamientos en campo.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Contenido	pág.
Anexo 1.	Datos de campo, para la variable rendimiento de mazorcas (kg/ha) en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	75
Anexo 2.	Datos de campo, para la variable concentración de sólidos solubles en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	76
Anexo 3.	Datos de campo, para la variable número de mazorcas por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	77
Anexo 4.	Datos de campo, para la variable número de mazorcas de primera calidad por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	78
Anexo 5.	Datos de campo, para la variable número de mazorcas de segunda calidad por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	79
Anexo 6.	Datos de campo, para la variable ancho de mazorca expresada en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	80
Anexo 7.	Datos de campo, para la variable largo de mazorca expresada en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	81
Anexo 8.	Datos de campo, para la variable altura en metros a los 60	

	días, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	82
Anexo 9.	Datos de campo, para la variable altura en metros a los 90 días en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.	83
Anexo 10.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más el testigo, Joyabaj; Quiche, 2013.....	84
Anexo 11.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más el testigo; Joyabaj, Quiche, 2013.....	85
Anexo 12.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más el testigo; Joyabaj, Quiche, 2013.....	86
Anexo 13.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	87
Anexo 14.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	88
Anexo 15.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	89
Anexo 16.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	90
Anexo 17.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	91
Anexo 18.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	92
Anexo 19.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	93
Anexo 20.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	94
Anexo 21.	Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.....	95

# **EVALUACIÓN DE TRES FUENTES DE POTASIO EN TRES HIBRIDOS DE MAÍZ DULCE (*Zea Mays, Poaceae*), EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, JOYABAJ, QUICHÉ**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Joyabaj, Quiché, tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes fuentes de Potasio en la producción de híbridos de maíz dulce. Para el establecimiento de la unidad experimental se aplicó el diseño de bloques completos al azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, el factor A fueron los híbridos de maíz dulce y el factor B las fuente de Potasio. La tabulación se realizó mediante una boleta de datos recabados en el campo, posteriormente a ello se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) para contrastar las hipótesis de interés. Seguidamente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con los criterios de Tukey, se concluyó técnica y económicamente que los tratamientos donde se utilizó el híbrido Sweet Valey y se aplicó la fuente Nitrato de Potasio ( $KNO_3$ ) se obtuvo las mejores medias con respecto a las variables, rendimientos de mazorcas expresado en kg/ha con un promedio de 3,903 kg/ha, en la variable de sólidos solubles se obtuvo un promedio de 16.37 grados Brix, en relación al análisis económico se determinó que por cada Q. 1.00 invertido se obtiene una rentabilidad del 135%. Se recomienda investigar densidades y dosis adecuadas para el tratamiento donde se utilizó el híbrido Sweet Valey y la fuente Nitrato de Potasio ( $KNO_3$ ), así como determinar que otros nutrientes son necesarios para la no degradación de los azúcares.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz es una de las prácticas agrícolas más comunes en Guatemala, a diferencia de la producción de maíz dulce (*Zea mays*) el cual por sus características, exigencias del mercado y su valor económico le han permitido posicionarse como un cultivo atractivo para la diversificación y tecnificación de los agricultores de las áreas más pobres de nuestro país, quienes carecen de información técnica que les permita incursionar en la producción del mismo y beneficiarse de sus atributos económicos y alimenticios.

Actualmente los registros sobre la producción del cultivo de maíz dulce (*Zea mays*) son escasos, la fertilización usada hoy por hoy en este cultivo por los agricultores es empírica, ocasionando que en la mayoría de los casos la insatisfacción de las necesidades nutricionales para el buen desarrollo de la planta, lo cual repercute en que la concentración de sólidos solubles (azúcares) sea baja y los frutos sean de mala calidad, poco apetecibles para el mercado local como de exportación generando frustración y pérdidas económicas en los agricultores.

El Potasio estimula la actividad de la invertasa, peptasa y catalasa, promueve la formación y translocación de azúcares y da resistencia a enfermedades, pero se desconoce que fuente es la óptima para producir plantas saludables con granos de excelente calidad de acuerdo a las exigencias del mercado que a la vez permitan incrementar la rentabilidad en la producción de maíz dulce en las condiciones agroclimáticas del municipio de Joyabaj, Quiché.

La agricultura, especialmente el cultivo de maíz dulce, no puede considerarse como una solución a los problemas alimenticios y económicos, pero sí puede considerarse de gran ayuda a través de la aportación de nutrientes de alta calidad y abarcando un mercado que tiene mejores precios de venta a los de cultivos tradicionales.

Basado en lo anterior y considerando la gran adaptabilidad del maíz dulce en relación a la gran variedad de ecosistemas que existen en Guatemala, es necesario el desarrollo de este cultivo en el país; sin embargo han sido pocos los estudios que se han hecho para implementar este tipo de cultivo a pesar del gran potencial que existe.

Por esta razón se evaluaron diferentes tratamientos donde interactuaron distintas fuentes de potasio con diferentes híbridos de maíz dulce, para determinar el potencial de rendimiento de los diferentes híbridos así como el efecto de la concentración de azúcares de las mazorcas cosechadas, así mismo poder realizar un análisis económico de cada uno de los tratamientos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 POTASIO

#### 2.1.1 Potasio en las plantas

El papel del potasio en las plantas es variado, pero todavía no se conocen ciertos aspectos del mismo. Realiza un papel importante como regulador de las funciones de la planta, en las que participa activamente, lo que explica su mayor concentración en los tejidos jóvenes, en pleno crecimiento, mientras que los órganos viejos son menos ricos en potasio. (Gros, 1996).

La esencialidad del potasio es reconocida a partir de la segunda mitad del siglo pasado. En 1856, se cultivaron plantas en frascos de estaño revestidos de cera conteniendo como soporte arena, cuarzo pulverizado y carbon de azucar. Este material habia sido herbido previamente con acidos para separar las pequeñas cantidades de impurezas minerales. Omitiendo la adición de uno o mas elementos en la disolución nutritiva empleada, se dedujo como resultado que el potasio, entre otros elementos, era uno de los que debia considerarse esencial para el crecimiento de las plantas, especialmente para el caso de los cereales. Diez años mas tarde utilizando tecnicas de hidroponia, demostraron que el potasio era esencial para la floración y que su función no podía ser desempeñada por otro elemento. (Navarro, 1984).

El potasio interviene en la asimilación clorofílica. Con su presencia favorece la síntesis, en la hoja, de los glúcidos o hidratos de carbono, así como en el movimiento de estas sustancias y su acumulación en ciertos órganos de reserva. Por ello las plantas que se cultivan por sus reservas de glúcidos responden especialmente al suministro de abonos potásicos. (Navarro, 1984).

Debido a su gran movilidad, actua en la planta, basicamente neutralizando los acidos orgánicos resultantes del metabolismo , y asi asegura la constancia de la concentración en  $H^+$  de los jugos celulares. Tambien desempeña una importante función en la



fotosíntesis, en la economía hídrica de la planta y muy especialmente como activador enzimático. (Navarro, 1984).

El potasio disminuye la transpiración de la planta, con lo cual permite una economía de agua en los tejidos y asegura una mejor resistencia de la planta a la sequía. El potasio en combinación con el ácido fosfórico favorece el desarrollo de las raíces y da más rigidez a los tejidos asegurando así una mayor resistencia de los cereales al encamado. El potasio actúa principalmente como un activador en el metabolismo de las proteínas y carbohidratos, participa en la abertura y cierre de estomas y tiene funciones de regulación osmótica. (Gros, 1966).

Se considera que el potasio acumulado en la superficie de los cloroplastos penetra en su interior durante la fotosíntesis, donde neutraliza los ácidos orgánicos que se van formando. Con ello se mantiene el pH estable y óptimo para el desarrollo del metabolismo de la planta. (Navarro, 1984).

El potasio estimula la actividad de la invertasa, peptasa y catalasa, promueve la formación y translocación de azúcares y da resistencia a enfermedades. El K es absorbido por las raíces en forma elemental ( $K^+$ ), y dentro de la planta es un elemento movilizado desde las hojas más viejas hacia las más nuevas. La falta de K en la planta reduce el porcentaje de sacarosa y una cantidad excesiva del mismo aumenta el contenido de almidón causando necrosamiento de las áreas afectadas y se presentan tallos más delgados. (Gros, 1996).

En la planta, el potasio actúa como un regulador de la presión osmótica celular, hace disminuir la transpiración y contribuye a mantener la turgencia celular. Cuando hay una deficiencia de Potasio, la turgencia disminuye aunque la planta tenga exceso de agua a su disposición. (Navarro, 1984).

### **2.1.2 Funciones del potasio**

El potasio (K) es el tercer elemento más importante que requiere el cultivo para un mejor desarrollo ya que ayuda a la planta a mejorar su estructura celular, asimilación de carbono, fotosíntesis, síntesis de proteínas, formación de almidón, translocación de proteínas y azúcares, absorción de agua por las plantas y el desarrollo normal de raíces.

El potasio es muy importante en el metabolismo de carbohidratos, la formación de proteínas, la promoción de desarrollo de meristemas y el ajuste del movimiento de estomas. Las plantas que crecen en condiciones deficitarias de potasio no son muy eficaces en su actividad fotosintética, son más susceptibles a las enfermedades y no son tan resistentes a la sequía como aquellas que reciben suficientes cantidades de fertilizantes potásicos. (Fertiquisa, 2011).

### **2.1.3 Síntomas de deficiencia**

Uno de los síntomas de deficiencia más comunes es el quemado en los bordes de las hojas. En la mayoría de las plantas este quemado aparece primero en las hojas más viejas; especialmente en las gramíneas. Las deficiencias de potasio hacen que las plantas crezcan lentamente presentando un sistema radicular con desarrollo pobre, los tallos son débiles al acame de las plantas es común. Las plantas presentan una resistencia baja a las enfermedades (Fertiquisa, 2011).

### **2.1.4 Factores que afectan el equilibrio del K en el suelo**

#### **a) Tipo de coloide**

Los coloides del suelo tienen cargas negativas y atraen los cationes, como es el  $K^+$ . Los coloides del suelo repelen los aniones, como son los nitratos. De modo que los cationes son retenidos en forma intercambiable (adsorbidos): estos cationes intercambiables se encuentran en equilibrio con los que se encuentran en la solución del suelo. Este equilibrio es posible representarlo en la forma siguiente:  $K^+$  de intercambio  $>$   $K^+$  en solución. La mayoría de los suelos contienen 10 kg/ha o menos en solución. Esto va a servir a una planta en crecimiento para uno o dos días. A medida

que el cultivo remueve el K de la solución, parte del K intercambiable se mueve a la solución. Este es reemplazado en el coloide del suelo por otro catión. Este movimiento continúa hasta que se establece un nuevo equilibrio. (INPOFOS, 2003).

#### **b) Temperatura**

El efecto de la temperatura sobre el equilibrio del Potasio en los suelos no ha sido demasiado estudiado. Sin embargo, los suelos que sufren un aumento en la temperatura dan por resultado un aumento de potasio intercambiable. (INPOFOS, 2003)

#### **c) Humedad y sequedad**

Cuando en el campo los suelos húmedos se secan, hay usualmente un aumento en la cantidad de potasio cambiabile que puede ser extraído de estos suelos. Esto es particularmente verdadero cuando los niveles de potasio en el suelo son medianos o bajos; cuando los niveles son altos, sin embargo, puede producirse un resultado totalmente contrario.

#### **d) pH del suelo**

El efecto de pH sobre la liberación y fijación ha sido sujeto a controversias en varios estudios, llegándose a presentar las siguientes reacciones: si un coloide del suelo se satura con potasio y se añade una sal neutra como el sulfato cálcico, habrá reemplazamiento de parte de los iones potásicos absorbidos por los iones de calcio.

### **2.1.5 Potasio en las rocas madre**

Las formaciones cristalinas y volcánicas son generalmente ricas en potasio, pero este potasio se encuentra en forma de silicatos prácticamente insolubles y por lo tanto la planta no los puede utilizar. Se comprende que los suelos originados a partir de estas rocas madres necesitan menos potasio que los derivados de formaciones calizas, generalmente muy pobres en este elemento. (Gros, 1996).

### **2.1.6 Potasio no asimilable**

La mayor parte del potasio total del suelo (entre el 90 y el 98 %) esta casi siempre en formas no aprovechables, es decir, no disponible para la planta. En este caso se encuentra por lo general formado por estructuras y redes cristalinas. En estas formas cristalinas el potasio solo es ligeramente soluble ya que al tratarse de compuestos muy resistentes proporcionan cantidades insignificantes de potasio para el crecimiento vegetal. (Navarro, 1984).

### **2.1.7 Potasio intercambiable en las soluciones del suelo**

El potasio se encuentra disponible principalmente en estas soluciones, en estado de cationes  $K^+$  de los que se nutre la planta. Los cationes cargados positivamente solo existen en pequeñas cantidades en las soluciones del suelo, pues el complejo arcillo-húmico, cargado negativamente los retiene enérgicamente. Existe pues un estado de equilibrio entre la cantidad de potasio de la solución del suelo y la que está fijada sobre el complejo. Cuando la planta absorbe la solución para alimentarse el complejo arcillo-húmico se desprende de cierto número de iones  $K^+$  que pasan a la solución para restablecer el equilibrio. (Gros, 1996).

De esta forma el potasio de la solución y la del complejo forman un conjunto utilizable para alimentarse y esta es el Potasio intercambiable o asimilable. (Gros, 1996).

### **2.1.8 Potasio rápidamente asimilable**

Se puede considerar que aproximadamente el 1-2 % de la cantidad total de este elemento es asimilable. En esta situación se encuentra en la disolución del suelo o como intercambiable adsorbido a los coloides. La mayor parte (un 90 %) esta en forma intercambiable, y solo un 10 % en la disolución. (Navarro, 1984).

Estas dos formas de potasio rápidamente asimilable mantienen un equilibrio relativamente estable. Cuando las raíces absorben este elemento el equilibrio se rompe, y para su restablecimiento parte del potasio intercambiable se desplaza a la disolución, y el equilibrio se restablece de nuevo. (Navarro, 1984).

Sin embargo no debe deducirse de lo dicho que sea preciso que el potasio este en la disolución del suelo para que tenga lugar su absorción por las plantas. Una absorción directa desde las superficies colidales se supone también que ocurre (absorción por intercambio) e indudablemente esto juega un papel vital en la nutrición vegetal. (Navarro, 1984).

### **2.1.9 Potasio en estado de retrogradación**

Sin embargo los cationes positivos no permanecen siempre fijados a la superficie del complejo. También pueden penetrar al interior y entonces difícilmente puede utilizarlos la planta: se dice que el potasio ha sufrido una retrogradación, es decir que se ha fijado en forma no intercambiable. (Gros, 1996).

Pero puede volver al exterior del complejo y ser de nuevo útil a la planta: entonces se dice que el potasio se ha regenerado. Esta retrogradación se produce principalmente en suelos pobres en potasio y con poca presencia de humus. Para limitarla conviene enriquecer el suelo en humus y no dejar descender demasiado el nivel de potasa. (Gros, 1996).

### **2.1.10 Potasio lentamente asimilable**

Bajo determinadas circunstancias, como por ejemplo la adición de fertilizantes solubles, o condiciones del suelo basadas principalmente en su contenido colidal, el potasio de la disolución no solo es absorbido como antes se ha indicado, sino que también puede ser retenido temporalmente por determinadas arcillas. Esta fijación es debido al hecho que los  $K^+$  pueden quedar atrapados entre láminas cristalinas de estos minerales de tal forma que no puedan ser utilizados por la planta. En esta otra situación el potasio no puede ser reemplazado por un proceso ordinario de cambio y en consecuencia se considera como potasio no cambiante, como tal queda como un gran depósito de potasio lentamente aprovechable. (Navarro, 1984).

### **2.1.11 Potasio aprovechado por el maíz**

La tasa de acumulación de  $K_2O$  durante los primeros 30 días de crecimiento del cultivo de maíz excede al nitrógeno y fósforo, lo que sugiere un mayor requerimiento de  $K_2O$  que de nitrógeno y fósforo como un elemento iniciador. En el maíz, las tasas de absorción de nitrógeno y fósforo se alcanzan 28 días después de la germinación.

Durante el período de un mes empezando dos semanas antes y después de la floración, la tasa diaria de absorción es de 4 kg /ha de  $K_2O$ , puede alcanzar hasta 7.3 kg de  $K_2O$  por ha. Durante un periodo de un mes desde antes del jiloteo hasta llegar a la madurez, el aumento en la absorción de Potasio sigue un patrón lineal; antes del jiloteo la tasa relativa de absorción de Potasio fue mayor que el aumento relativo de la materia seca. Para el momento del jiloteo la planta ha acumulado un 90% del total de Potasio a absorber. El aumento en la tasa relativa de absorción de  $K_2O$  prácticamente termina alrededor de 10 a 15 días después del jiloteo. (Rodríguez, 1982).

Las necesidades de potasio requeridas por la planta de maíz son muy relativas, dependiendo de la cantidad de este elemento en las fuentes naturales del suelo y sus posibilidades de ser asimilado, por depender de su estructura. Se ha calculado que en las tierras francas y de regadío con una densidad de plantación más que regular, son necesarias 150 unidades de potasio por hectárea equivalente a 300 kilogramos de Cloruro o Sulfatos, los cuales por su poder de fijación en el suelo y de no aplicarlos en forma localizada en el momento de la siembra deberán incorporarse al dar la primera labor. (Juscafresca, 1974).

El contenido de  $K_2O$  en la planta es mayor cuando la planta es joven y decrece rápidamente un poco antes del maíz maduro. El porcentaje del elemento puede variar desde un máximo del 5%, cerca de un mes antes del jiloteo, hasta un mínimo de 0.53% al final de la temporada.

El incremento de azúcares en las plantas se debe a la incorporación de una fuente de potasio, que aumenta a medida que la planta crece, el aumento en los niveles de  $K_2O$

desde las tercera hasta la sexta semana después de la germinación de maíz, es de aproximadamente de 3.6 Kg. de  $K_2O$  por día por ha., los niveles fueron disminuyendo y con mayor variabilidad desde los 80 días en adelante; a la pérdida mecánica de las hojas, debido a las lluvias y de potasio en las raíces. El contenido de  $K_2O$  incremento linealmente y fue mayor a los 55 días de la siembra, y la cantidad de potasio aprovechada por las plantas fue influenciado por los niveles de nutrientes en el suelo.

La cantidad total de  $K_2O$  absorbido por las plantas de maíz durante el crecimiento en condiciones de alta deficiencia de nitrógeno fue muy baja, menor a una tercera parte de la absorción cuando el nitrógeno no era limitado. Las deficiencias de fósforo también redujeron la absorción de potasio. La absorción total de potasio por el cultivo de maíz es de la siguiente manera: Bajo condiciones de extrema deficiencia de fósforo 83 kg/ha y de un adecuado suministro de nitrógeno y potasio 105 kg/ha.

El patrón de aumento y distribución de potasio en las diferentes partes de la planta son muy diferentes que las de nitrógeno y fósforo. El aumento de  $K_2O$  en niveles altos al inicio del ciclo de maíz y niveles bajos al final del ciclo, muestra que el potasio es transformado desde el suelo hasta el grano en forma gradual con el fósforo y el nitrógeno. Cerca del 30% del total de absorción de potasio se encontró en las hojas a los cincuenta días después de la germinación. Sin embargo bajo extremas deficiencias de nitrógeno, las hojas contienen la mitad del total de potasio que ha sido absorbido por la planta. Mientras las hojas van envejeciendo, ocurre la proteólisis y el potasio emigra junto con los componentes de nitrógeno, la migración del potasio resulta en un aumento en el contenido del calcio y magnesio.

El mismo proceso ocurre en todos los órganos de la planta, cuando se utiliza una mayor cantidad de nutrientes debido a las nuevas hojas y a la formación de granos. Las hojas del maíz empiezan a perder  $K_2O$  antes del jiloteo bajo condiciones de deficiencia de fósforo y nitrógeno, mientras que las plantas que han sufrido de deficiencias de potasio pierden el contenido de potasio después del jiloteo hasta la madurez de la planta. En la etapa de la madurez del grano contiene cerca de un tercio del total de  $K_2O$  de la planta.

### **2.1.12 Fertilizantes potásicos**

La dosificación de los abonos potásicos no se expresa en potasio (K), si no en óxido-anhidro de potasio ( $K_2O$ ), que contiene el 83 por 100 de potasio puro. Esta conversión se admite en la mayoría de los países. (Gros, 1996).

El potasio es absorbido por las plantas en forma de catiónica  $K^+$ . La absorción en el suelo depende de la concentración de otros cationes, como el Magnesio por problemas de competencia iónica, en el cual los cationes de doble carga tienen mayor energía de adsorción. Cuando el potasio entra en el sistema metabólico de las células forma sales inestables con los ácidos orgánicos e inorgánicos, que sirven para regular el proceso osmótico celular. (Rodríguez, 1982).

En la producción de fertilizantes potásicos, las principales fuentes de materia prima son las sales minerales de los yacimientos de carnalita, que contiene cloruro de potasio y de magnesio, o la silvinita, que contiene cloruro de potasio y sodio. Estos materiales potásicos tienen contenido variable de potasio, que oscila entre 9 a 30% de  $K_2O$ . Las sales reciben un proceso de depuración y un tratamiento químico para la fabricación de fertilizantes. (Nuñez, 1990).

### **2.1.13 Cloruro de potasio**

Es el abono potásico que más se utiliza, se presenta en forma de cristales blancos y contiene por lo menos un 60 por 100 de potasio. Se puede admitir que es la sal de Potasio que más se emplea y la más ventajosa en la mayoría de los casos. (Gros, 1996).

Es un fertilizante inorgánico de origen mineral, obtenido del minado del mineral silvita, este mineral es una mezcla física de cristales de cloruro de potasio y cloruro de sodio, que a la vez contiene pequeñas cantidades de arcilla dispersa y otros minerales. El cloruro de potasio es separado del cloruro de sodio y otros minerales a través de un proceso de flotación selectiva. (Fertisquisa, 2007).



#### **2.1.14 Nitrato de potasio**

Aporta nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) El nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) posee un 13% de nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), de rápida asimilación, dado que no necesita de transformaciones por microorganismos del suelo para ser absorbido por las raíces. (Gros, 1996).

#### **2.1.15 Sulfato de potasio**

Se fabrica tratando el cloruro de potasio por ácido sulfúrico; tiene un 48 por 100 de potasio y un 18 por 100 de azufre y no contiene cloruros. Se debe de utilizar preferentemente para los cultivos cuya calidad tiene una gran importancia. (Gros, 1996).

Es un fertilizante inorgánico de origen mineral (placerrita), siendo el más popular a nivel mundial cuando se requiere una fuente libre de cloruros. Ofrece una disponibilidad conjunta de potasio y azufre, también es una fuente de potasio libre de nitrato. (Fertisquiza, 2007)

### **2.2 HÍBRIDOS DE MAÍZ**

En 1905 los mejoradores iniciaron nuevos métodos en la producción de diferentes clases de maíz en los Estados Unidos, se descubrió entonces, experimentalmente, que cuando el polen de una planta de maíz fecundaba las mazorcas de la misma variedad los granos así originados producían una gran variedad de plantas distintas; algunas eran muy pobres, mientras que otras presentaban caracteres aceptables. Con la repetición de este proceso, y guardando sólo las mejores plantas como semillas para cada raza, se obtuvieron líneas puras. (Wolford, 2002).

Estas líneas poseen características excelentes, tales como resistencia a enfermedades e insectos. Pueden tener fuertes sistemas de raíces y tallos que les permitan resistir los vientos. Pero dichas líneas producen menos que las plantas abuelas originarias. Esto parecía hacer poco deseables las nuevas variedades. Pero se vio también que cuando las mencionadas líneas puras se polinizaban en forma cruzada con otras, los granos así producidos con frecuencia daban plantas híbridas más productivas. En algunos casos

eso híbridos eran mejores, no solo en cuanto a resistencia a enfermedades y robustez de los tallos, sino que también daban un rendimiento más alto que las viejas variedades que habían servido para seleccionarlas.

Así pues, purificando primero, o escogiendo las características más convenientes de las antiguas variedades y luego recombinando éstas, se crearon las nuevas variedades superiores de maíz.

Fueron los expertos en genética quienes empezaron a perfeccionar las razas del maíz con dichos métodos. Así obtuvieron distintas clases de híbridos.

Hay varios procedimientos por medio de los cuales las líneas puras pueden cruzarse para producir maíces híbridos. Cuando se cruzan solo dos líneas el resultado es un híbrido simple. Si luego se emplean dos razas de cruce simple para formar un híbrido más complejo, éste se llama híbrido doble. Casi todos los híbridos propagados son cruces dobles. La producción de estos híbridos es mucho mayor y la semilla es más barata, lo que explica su gran difusión.

### **2.2.1 Generalidades del maíz dulce**

El maíz dulce en su estado seco, o sea en grano, se distingue del maíz común en que el grano es arrugado o “rugoso” y no liso como la mayoría de los tipos de maíz (Casseres, 1980).

En América Central y el Caribe las primeras variedades reconocidas como tales en las décadas de 1940 y 1950 fueron USDA 34, originada en Puerto Rico, Pajimaca, originada en Cuba y Chirripo Dulce, originada por selección masal en el IICA, en Turrialba, Costa Rica (Jugenheimer, 1988).

Este cultivo se usa como verdura enlatada o congelada en la mayor parte del mundo y como verdura fresca de mercado o de huerta en regiones donde las condiciones climáticas favorecen su cultivo (clima cálido). La principal región productora de maíz

dulce es la mitad norte de Estados Unidos y el sur de Canadá. Existen una desventaja en el maíz dulce, es decir el periodo durante el cual los granos de maíz dulce permanecen dulces después de la cosecha es muy corto convirtiéndose los azúcares rápidamente en almidón con las temperaturas más elevadas del sur (Jugenheimer, 1988).

Otros estados del Sur de los Estados Unidos como Florida, se están convirtiendo rápidamente en centros de producción de maíz dulce de mercado para ser consumido en el norte en invierno y en primavera (Jugenheimer, 1988).

En Guatemala, se produce en las dos épocas del año (seca y lluviosa) y su consumo es tanto para el mercado nacional como internacional. Además en Guatemala se produce también para el mercado de exportación: El Salvador, Honduras, Costa Rica y México.

Los productores de maíz dulce para mercado fresco necesitan híbridos con características importantes como, granos profundos, amarillos o blancos dependiendo de las preferencias locales, producción eficiente, alta calidad y uniformidad extrema de la planta y la mazorca. Esta uniformidad comprende la textura y la consistencia de los granos y la forma y el tamaño de las mazorcas. Debe darse consideración especial a la dulzura, a lo tierno del pericarpio, a la consistencia o textura del contenido de los granos, y a la madurez. Obviamente, son necesarios rendimientos satisfactorios (Jugenheimer, 1988).

### **2.2.2 Tipos híbridos de maíz dulce**

El maíz es un cultivo que por su alto valor nutritivo y por tener múltiples usos a nivel comercial, industrial y para consumo en fresco, se ha extendido a todo el mundo donde se cultivan diversos materiales.

En relación al maíz dulce (*Zea mays L.*) se tiene una serie de cultivares que por sus características de uso como hortaliza, sabor y calidad son muy atractivos por los consumidores.

### **a) Normal “sugary” (su)**

Híbridos tradicionales de maíz dulce, con un promedio de 5–10 % de azúcar, pudiendo llegar hasta un máximo de 19 %. La conversión de azúcar a almidones es rápida.

### **b) Sugar enhanced (se)**

Las variedades de este tipo tienen niveles de azúcares intermedios entre los tipos “su” y “Sh-2”. La conversión de azúcares a almidones es igual de rápida como en los tipos “su”.

Tienen un promedio de 18 % de sacarosa y hasta un 26 % de azúcares totales. Puede ser almacenado hasta 10 días en condiciones apropiadas de refrigeración (3 °C). El grano es cremoso. Necesita 13 °C del suelo para ser plantado.

### **c) Shrunken (sh-2)**

Las variedades con el gen “Sh-2” se les llaman “súper dulces” y tienen la característica de tener 2–3 veces el contenido de azúcares de las variedades tradicionales “su”. Generalmente no son muy cremosos y el pericarpio del grano tiende a ser más granudo, la conversión de azúcar a almidón tiende a ser más lenta que otros maíces. Tienen una vida post- cosecha más prolongada que los tipos de maíces “su” y “se”.

Con un promedio de 25 % de sacarosa, 40-50 % de azúcares totales, puede ser almacenado hasta 30 días en condiciones apropiadas de refrigeración (4 °C). Este tipo de maíz necesita 16–18 °C de temperatura en el suelo durante las primeras 24 horas después de plantado.

## **2.2.3 Clasificación taxonómica**

Su clasificación botánica es la siguiente:

DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Liliopsida
SUBCLASE	Commelinidae
ORDEN	Cyperales

FAMILIA	Poaceae
GÉNERO	Zea
ESPECIE	<i>Zea mays</i>

De acuerdo a las clasificaciones taxonómicas, el maíz es la especie *Zea mays*, perteneciente a la familia Poaceae (Gramíneas).

El maíz forma un tallo erguido y macizo, una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas, que lo tienen hueco. La altura es muy variable, y oscila entre poco más de 60 cm en ciertas variedades enanas y 6 m o más; la media es de 2,4 m. Las hojas, alternas, son largas y estrechas. El tallo principal termina en una inflorescencia masculina; ésta es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas, cada una con tres anteras pequeñas que producen los granos de polen o gametos masculinos. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca, que agrupa hasta un millar de semillas dispuestas sobre un núcleo duro. La mazorca crece envuelta en unas hojas modificadas o brácteas; las fibras sedosas o pelos que brotan de la parte superior de la panocha o mazorca son los estilos prolongados, unidos cada uno de ellos a un ovario individual. El polen de la panícula masculina, arrastrado por el viento (polinización anemófila), cae sobre estos estilos, donde germina y avanza hasta llegar al ovario; cada ovario fecundado crece hasta transformarse en un grano de maíz. (Marroquin, 1995).

#### **2.2.4 Descripción botánica de la planta**

##### **a) Semilla**

Las semillas son ovoides, con ápice agudo obtuso redondeado y comprimido, es variable en color, mide entre 0.5 y 1.2 cm de largo y entre 0.5 y 1 cm de ancho.

La cantidad de semilla producida por la mazorca está determinada por el número de hileras de grano y por el número de granos por hilera, pero puede variar con la variedad de maíz y los cambios ambientales.

La semilla de maíz dulce para almacenamiento requiere: un contenido de humedad de 8 a 12 %, una temperatura promedio de 10 °C y para poder germinar requiere de las siguientes condiciones: un contenido de humedad relativa al 55 %, una temperatura promedio de 21 °C, una germinación no menor al 80 % y un tiempo de germinación de 6 a 8 días.

El almacenamiento y germinación de las semillas de maíz dulce está determinado por los factores genéticos y condiciones ambientales (Jugenheimer 1987).

### **b) Tallo**

La altura del tallo de la planta varía desde pocos centímetros del suelo y alcanza hasta 3 metros dependiendo de la variedad o híbrido, las condiciones agro-ecológicas y manejo del cultivo.

El tallo se compone de una vaina cilíndrica que rodea al mismo y una prolongación plana más o menos acanalada, el tamaño del tallo depende del número y distancia de entrenudos, en cada nudo se forma una hoja, en el último se forma la panoja que da lugar a la flor masculina (Jugenheimer 1987).

### **c) Hojas**

La planta tiene un promedio de ocho a quince hojas, con una longitud entre 0.30 m a 1.20 m y un ancho que puede variar de 0.08 m a 0.15 m. Las envolturas de las hojas son fuertes, abiertas, en un lado duro, finamente adherido y de color verde. La lígula es ancha y de 0.3 cm a 0.6 cm de largo, la base es redondeada o truncada, el ápice más angosto y agudo, los márgenes frecuentemente irregulares. (Cardona, 1999).

### **d) Inflorescencia**

El maíz es una especie monoica, es decir que en la misma planta hay flores pistiladas (femenina) y estaminadas (masculina) en inflorescencias separadas. La posición de las inflorescencias ha facilitado los trabajos de mejoramiento por hibridación, pues es muy fácil remover las inflorescencias y cubrir o eliminar las panojas.

### **e) Inflorescencia estaminada (panoja)**

La inflorescencia estaminada ocupa el ápice de la planta, su eje central es la continuación del tallo y se ramifica en varias ramas laterales (espigas). La espiga central es más gruesa pues lleva más de dos pares de espiguillas, mientras que las laterales únicamente llevan dos pares. En cada par de espiguillas hay una pedicelada que ocupa una posición más alta y otra cécil o inferior.

Teóricamente solo deben existir un par de espiguillas en cada nudo de las ramas o espigas. La función de la panoja consiste en producir grandes cantidades de polen para fecundar las estructuras femeninas. La inflorescencia masculina se forma al final del tallo, es de 0.20 m a 0.40 m de alto, posee varias espigas aproximadamente de 0.10 a 0.20 m contiene el polen que por acción de la naturaleza cae sobre la flor femenina dando lugar a la fecundación.

### **f) Inflorescencia femenina (espiga)**

La inflorescencia femenina se encuentra entre 8 y 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes (peludas), las cuales durante la antesis llegan a medir hasta 13 centímetros de largo. La espiguilla pistilada está constituida por un par de glumas externas, 2 lemas y 2 paleas pero están tan unidas que aparecen en la mazorca madura como dos hojuelas muy delgadas. El eje de la espiga femenina es carnoso (olote) y puede medir de 8 hasta 30 centímetros de largo y de 2 a 7 centímetros de diámetro. En una espiga bien formada hay entre 750 a 1,000 granos potenciales (óvulos), dispuestos alrededor de la mazorca en un número uniforme de hileras.

### **g) Raíz**

El sistema radical se desarrolla rápidamente durante la etapa de crecimiento vegetativo. Las raíces primarias crecen hacia abajo y se ramifican, mientras que se forman raíces adventicias en los nudos de los tallos por encima de la corona. Cuando la planta alcanza la altura de 0.50 m, las raíces se han extendido hasta la mitad del entrenudo y han penetrado hasta unos 0.40 m de profundidad (Jugenheimer 1987).

### 2.2.5 Importancia nutricional y aprovechamiento del maíz dulce

El maíz dulce destaca por la notable cantidad de hidratos de carbono que contiene. Aunque no aporta grandes cantidades de vitaminas (en pequeña cantidad provitamina A y folatos), sí es importante su aporte de ciertos minerales tales como el magnesio, el fósforo y el potasio como se puede observar en el Cuadro uno.

Cuadro 1. Tabla de composición de maíz dulce (100 gramos de porción comestible)

Kcal (n)	Proteínas (g)	carbono (g)	Fibra	Potasio (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Magnesio (mg)	Provitamina A (ucg)
86.00	3.22	19.02	270.00	2.00		89.00	37.00	28

(Fundación Eroski, 2013)

El aporte de hidratos de carbono debe ser tenido en cuenta por las personas que padecen de diabetes. Es uno de los cereales más importantes para quienes padecen de celiaquía ya que no contiene gluten. Por otro lado, su importante contenido de fibra ayuda a incrementar la sensación de saciedad y contribuye a prevenir o combatir el estreñimiento. En la cocina tanto el elote entero como los granos sueltos, se pueden consumir frescos, hervidos, al vapor y tostados. Los granos son muy empleados en ensaladas y como guarnición de otros platos. Los elotes también se pueden azar a la brasa o al horno, si previamente se les unta con un poco de mantequilla. El maíz dulce seco se obtiene a partir del maíz dulce por medio de un proceso de secado; para ello, tras escaldar las mazorcas en agua hirviendo durante 10 minutos, éstas se desgranar con un cuchillo afilado; posteriormente, los granos de maíz sueltos se secan en un horno a fuego bajo y se guardan en tarros; a la hora de consumirlos, y para reconstituirlos, se vierte agua hirviendo por encima hasta que absorban toda el agua posible.

En el mercado se puede adquirir maíz dulce tanto fresco como congelado y en conserva. Para comprobar si los elotes son frescos, se presionan los granos con la uña; si sale rápidamente el jugo lechoso que contienen, indica que presentan un alto grado



de frescura. En caso contrario, si los elotes están descoloridos y arrugados, es indicativo de que ya han transcurrido varios días desde su recolección y de que el maíz no se encuentra fresco. Si es fresco, es preferible consumirlo el mismo día de su compra, en caso contrario, se puede conservar en el frigorífico durante tres días (Fundación Eroski 2005).

## **2.2.6 Necesidades climáticas y edafológicas del maíz dulce**

### **a) Temperatura**

Para el cultivo, requiere temperaturas que fluctúen entre 18 a 25 grados centígrados. Temperaturas por debajo y encima de este rango, provocan desórdenes fisiológicos relacionados con la maduración del polen y polinización, por debajo de los 15 grados no se recomienda la siembra por ser muy susceptible a heladas. (Marroquin, 1995).

### **b) Altitud sobre el nivel del mar**

En relación con los requerimiento de temperatura, el maíz encuentra condiciones adecuadas para su cultivo en lugares comprendidos entre 0 a 3,000 msnm. (Marroquin, 1995).

### **c) Suelo**

El cultivo del maíz se adapta a diferentes tipos de suelos, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible que sean francos, franco arenoso, franco limosos ó franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados. (Marroquin, 1995).

El cultivo del maíz, se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 5.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por debajo ó arriba de los valores indicados no es recomendable la siembra del cultivo del maíz, por verse afectada la disponibilidad de nutrientes. (Marroquin, 1995)

#### **d) Época de siembra**

La mejor época de siembra del maíz dulce en Centro América es del 1 de Abril al 15 de Junio, aunque por experiencias tenidas en Guatemala y en particular en Monjas, Jalapa, la época más apropiada para la siembra del maíz dulce es del 1 de Mayo al 15 de junio, pudiéndose prolongar hasta finales de junio. (Sandoval, 2004).

El maíz dulce se desarrolla mejor durante el trimestre de Mayo, Junio y Julio; la siembra más tarde expone al cultivo a una mayor incidencia de plagas y enfermedades. (Helgeson, 1957).

#### **e) Requerimientos nutricionales**

Las plantas contienen prácticamente, 17 elementos naturales, de ellos son considerados como elementos esenciales para la nutrición de los cultivos. Siendo estos: Carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), que en su mayor parte son tomados del agua y del aire, por lo que no se consideran como nutrientes minerales y no se relacionan con la industria de fertilizantes (Núñez, 1990).

Se ha establecido para las plantas superiores la esencialidad de 14 elementos minerales, aunque el conocimiento de los requerimientos del cloro y níquel es todavía restringido a un limitado número de cultivos.

Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), identificados como macronutrientes primarios, por ser absorbidos en altas cantidades por la planta y frecuentemente se requiere la aplicación por fertilizantes.

Calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), llamados macronutrientes secundarios porque aunque se requiere en cantidades relativamente altas por los cultivos, sus deficiencias intrínsecas son poco frecuentes y su aplicación al suelo se debe a la necesidad de corregir problemas diferentes al de su posible deficiencia (Rodríguez, 1982).

Boro (B), cloro (Cl), Cobre (Cu), hierro (Fe), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), zinc (Zn) y níquel (N), conocidos como micronutrientes porque aunque son esenciales para la planta se requieren en menor proporción (menos de 50 ppm), las funciones en la planta son de tipo metabólico y no estructural, de ellos, los primeros son no metálicos y el resto se consideran metales pesados (Marschner, 1995).

La absorción aproximada de N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , en plantas de maíz dulce es de 250 kg/ha de N, 125 kg/ha de  $P_2O_5$ , 160 kg/ha de  $K_2O$ , 22 kg/ha de Mg y 12 kg/ha de S. (Macua, 2007).

## **2.3 QUÉ ES LA REFRACCIÓN**

Cuando se pone un lápiz en el agua, la punta del lápiz aparece inclinada. Luego, si se hace lo mismo pero colocando el lápiz en una solución de agua azucarada, la punta del mismo aparecerá más inclinada. Este es el fenómeno de la refracción de la luz. Los refractómetros son instrumentos de medición, en los que éste fenómeno de la refracción de la luz se pone en práctica. Ellos se basan en el principio por el cual, cuando aumenta la densidad de una sustancia (por ejemplo: cuando se disuelve el azúcar en el agua), el índice de refracción aumenta proporcionalmente. (El Bruixot, 2012).

Los refractómetros fueron inventados por Dr. Ernst Abbe, científico Alemán / Austriaco a principios del siglo XX. Existen dos tipos de refractómetros en función de la detección del índice de refracción; sistemas transparentes y sistemas de reflexión. Los refractómetros portátiles y los refractómetros Abbe usan los sistemas transparentes, mientras que los refractómetros digitales usan los sistemas de reflexión. (El Bruixot, 2012).

### **2.3.1 Descripción del sistema transparente**

La detección es hecha utilizando el fenómeno refractivo producido en el límite del prisma, Si la muestra es de baja concentración, el ángulo de refracción es grande debido a la gran diferencia en el índice de refracción entre el prisma y la muestra. Si la

muestra es concentrada, el ángulo de refracción es pequeño debido a la pequeña diferencia en el índice de refracción entre el prisma y la muestra. (El Bruixot, 2012).

### **2.3.2 Descripción del sistema de reflexión**

El sistema de refracción para el refractómetro digital (sistema de reflexión) se detallará más abajo. En la figura debajo, haz de luz A, que incide desde la parte baja izquierda del prisma, no es reflejada por el límite, pero pasa a través de la muestra. El haz de luz B se refleja por la cara derecha, directamente a lo largo del límite del prisma. El haz de luz C, incide en un ángulo demasiado grande para pasar a través de la muestra, sino que es totalmente reflejado hacia el lado bajo y derecho del prisma. Como resultado, la línea límite es producida dividiendo la luz y la sombra en el otro lado de la línea punteada B en la figura. El ángulo de reflexión de esta línea es proporcional al índice de refracción, la posición de la línea límite entre la luz y los campos oscuros son captados por un sensor y convertidos en índices refractivos. (El Bruixot, 2012).

### **2.3.3 Unidad de medida (Brix)**

La escala de medición (%) muestra el porcentaje de concentración de los sólidos solubles contenidos en una muestra (solución de agua). El contenido de los sólidos solubles es el total de todos los sólidos disueltos en el agua, incluso el azúcar, las sales, las proteínas, los ácidos, etc., y la medida leída es el total de la suma de éstos. Básicamente, el porcentaje Brix (%) se calibra a la cantidad de gramos de azúcar contenidos en 100g de solución de azúcar. (El Bruixot, 2012).

Así, al medir una solución de azúcar, Brix (%) debe ser perfectamente equivalente a la concentración real. Con soluciones que contienen otros componentes, sobre todo cuando uno quiere saber la concentración exacta, una tabla de conversión es necesaria. (El Bruixot, 2012).

### **2.3.4 Grados Brix en las plantas**

Entonces, lo que realmente se mide en las plantas es el contenido natural de azúcar que está presente en las hojas. Es un gran indicador de que manera la planta está

aprovechando los fertilizantes que le estamos proporcionando o incluso es indicadora de deficiencias en la iluminación, a grandes rasgos una planta que metaboliza gran cantidad de azúcares es una planta sana y llena de energía vital. (El Bruixot, 2012).

Si bien las mediciones de la EC de nuestro medio de cultivo, nos proporcionan un indicador parcial de la potencia nutriente de nuestra solución, es decir la cantidad de nutrientes disponibles, mediante la valoración de los grados Brix, podemos analizar el contenido real de azúcares de esa planta, es decir que porción de esos nutrientes están siendo transformados tras la fotosíntesis en “comida” para la planta, es una muy buena manera de controlar la eficiencia de nuestro abonado. (El Bruixot, 2012).

Cuanto mayor es el nivel de azúcar dentro del tejido de la planta, más fuerte será la planta y más producirá. Al usar el medidor, se pueden detectar problemas con antelación, días e incluso semanas, antes de que sean visibles en las hojas. Los grados Brix por tanto indican el nivel de equilibrio de absorción de nutrientes y de complejos en azúcares o proteínas que la planta está fabricando tras la fotosíntesis foliar. Si los grados Brix son bajos, incluso con buenas tasas de iluminación, es evidente que algo está pasando porque la planta no está sintetizando eficientemente sus azúcares y proteínas, y algún elemento (s) se echa en falta. Los iones simples de nuestros nutrientes, si están presentes, no se han “acomplejado” en azúcares o proteínas. (El Bruixot, 2012).

Los cultivos con mayor índice de refracción tendrán un mayor contenido de azúcar, mayor contenido de proteínas, un mayor contenido de minerales, aminoácidos, flavonoides y una mayor gravedad específica o densidad. (El Bruixot, 2012).

Evidentemente es un campo por ampliar, ya que diferentes variedades de plantas bien si son índicas o sativas, o híbridos, tendrán índices refractivos o grados Brix máximos específicos para cada variedad, y de este modo tener tablas de referencia en las que según los análisis de grado Brix poder saber si estamos haciendo las cosas bien en nuestro cultivo. Por norma general una lectura inferior a 10 indica una falta de

elementos nutrientes. Una lectura superior a 12 indica una planta fuerte y sana. (El Bruixot, 2012).

### **2.3.5 Ventajas de cultivos con alto grado Brix**

Los cultivos con mayor contenido de grados Brix producen más alcohol a partir de azúcares fermentados y son más resistentes a los insectos, lo que resulta en una disminución de uso de insecticidas. La mayoría de los insectos chupadores-picadores tienen deficiencias para la correcta digestión de las savias de plantas con altos índices Brix. Sus hígados suelen ser atacados al producirse fermentaciones alcohólicas producidas por estos azúcares mal digerido, este alcohol altera su sistema digestivo llegando a matarlos. Recordemos esta frase: “Los insectos y las enfermedades son los síntomas de un cultivo, no las causas de los mismo” Los cultivos con un mayor contenido de sólidos tendrán un punto de congelación más bajo y por lo tanto son menos propensos a daños por heladas. Lecturas Brix también pueden indicar las necesidades de la fertilidad del suelo, suelos pobres proporcionan grados Brix bajos. Si los nutrientes del suelo o la solución nutriente están en buenas dosis, y el equilibrio microbiano a nivel de rizosfera es adecuado las lecturas serán más altas. Plantas con alto grado Brix obtienen mejoras de sabor, producción de resina, aroma y potencia. Se aprecia una notable influencia en el aporte de Calcio, a las soluciones y los resultados al respecto del incremento del grado Brix. (El Bruixot, 2012).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y LA JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

Según Simón Navarro en su libro titulado 'El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal' menciona que los suelos son muy ricos en Potasio, pero este elemento que en un gran porcentaje, 90 a 98% no es asimilable por la planta, y el resto puede ser asimilable lentamente y en otros pocos casos rápidamente. De este 2% de potasio hay pérdidas del mismo por diferentes razones tales como por lixiviación y erosión en el suelo.

La deficiencia de Potasio origina una reducción notable de los órganos de reserva (semillas, frutos o tubérculos), falta de resistencia a enfermedades, frutos normalmente ácidos, poco crecimiento, falta de floración.

El maíz dulce es un cultivo de ciclo corto que necesita de una fuente y dosis de Potasio que satisfaga sus requerimientos nutricionales para poder desarrollarse en condiciones óptimas, el cual no puede obtener del suelo de una forma natural debido a la poca disponibilidad del mismo. Para poder obtener un cultivo óptimo y especialmente poder producir la dulzura que lo caracteriza y lo hace apetecible por el mercado, es necesario que la planta cuente con potasio asimilable en el suelo por la planta en dosis y cantidades recomendables.

Actualmente no se encuentra información que indique cuales son las cantidades y fuentes óptimas de potasio para poder obtener elote de buena calidad que cumpla con las exigencias del mercado en cuanto a sabor (dulzura) que es el principal aporte del Potasio para este cultivo.

Por lo anteriormente expuesto es de vital importancia el desarrollo de conocimientos técnicos que permitan a los agricultores que actualmente producen maíz dulce contar con información sobre los beneficios de este elemento y poder optimizar sus producciones. Además podrá ser utilizada por todos aquellos agricultores que deseen diversificar sus cultivos y beneficiarse económicamente y nutricionalmente con la

producción de este, ya que la presente investigación servirá también como una guía técnica para la producción.

El maíz dulce se desarrolla en un rango de 60 a 90 días dependiendo de la variedad, por lo que es más rentable que la siembra del maíz tradicional pues este ha dejado de ser económicamente rentable debido a sus altos costos de producción.

La producción de maíz dulce permitirá a los agricultores de las áreas más pobres del país, diversificar y aprovechar al máximo sus tierras ya que no se desea competir con cultivos de subsistencia como el maíz tradicional, pero si beneficiarse de esta a través de la obtención de mejores ingresos ya que su precio de venta en el mercado es relativamente alto, comparándolo con el precio del maíz tradicional.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Evaluar el efecto de diferentes fuentes de Potasio en la producción de híbridos de maíz dulce.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

Determinar el potencial de rendimiento de los híbridos de maíz dulce Pac 701, Sweet Corn y Sweet Valey en relación al peso obtenido.

Evaluar el efecto de tres fuentes de Potasio, Cloruro de Potasio (KCl), Sulfato de Potasio ( $K_2SO_4$ ) y Nitrato de Potasio ( $KNO_3$ ) en la concentración de Sólidos Solubles (grados Brix) en la producción de tres híbridos de maíz dulce y su interacción.

Determinar la rentabilidad económica sobre la base de Presupuestos Parciales del beneficio producido por el análisis de Dominancia en la Rentabilidad por el uso de diferentes fuentes de Potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce.

## **5. HIPÓTESIS**

### **5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

Al menos una fuente de potasio aumentará el rendimiento en kilogramos por hectárea de alguno de los tres híbridos de maíz dulce.

Al menos una de las tres fuentes de Potasio aumentará la concentración de azúcares en alguno de los tres híbridos de maíz dulce sobre la base de Grados Brix.

Al menos una de las fuentes de Potasio evaluadas en este estudio en los híbridos de maíz dulce tendrá algún efecto significativo económico.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Joyabaj, departamento del Quiché, este municipio se encuentra a 54 km de la cabecera municipal y a 222 km de la ciudad capital, localizada geográficamente en la latitud Norte 14°59'42" y 90°48'27" Oeste, a una altura de 1,233 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio que va desde los 19 hasta 26 grados centígrados.

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

Se evaluaron tres híbridos de maíz dulce, los cuales fueron: Pac 701, Sweet Corn y Sweet Baley, estos híbridos son de ciclos más cortos, requiriendo una temperatura que va desde los 20°C hasta 30°C, son susceptibles a heladas y lluvias fuertes. Estos híbridos fueron fertilizados con diferentes fuentes de Potasio, estas fueron las siguientes: Cloruro de Potasio (KCL), Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>) y Sulfato de Potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

### **6.3 FACTORES A ESTUDIAR**

Se consideraron los tres híbridos de maíz dulce como Factor A y las tres fuentes de Potasio (KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y KCL) como el Factor B y su efecto en el rendimiento de mazorcas en kg/ha, la concentración de sólidos solubles en granos de maíz dulce, el rendimiento de mazorcas por hectárea, mazorcas de primera calidad por hectárea, mazorcas de segunda calidad por hectárea, ancho y largo de la mazorca de cada híbrido de maíz dulce, altura de planta a los 60 y 90 días

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 2. Tratamientos evaluados, en tres híbridos de maíz dulce fertilizados con diferentes fuentes de Potasio, Joyabaj, Quiché, 2013

Tratamiento	Factor A	Factor B
T1	Pac 701	Testigo absoluto
T2	Pac 701	KCL 266.66 kg/ha
T3	Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 320.00 kg/ha
T4	Pac 701	KNO <sub>3</sub> 363.63 kg/ha
T5	Sweet Corn	Testigo absoluto
T6	Sweet Corn	KCL 266.66 kg/ha
T7	Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 320.00 kg/ha
T8	Sweet Corn	KNO <sub>3</sub> 363.63 kg/ha
T9	Sweet Valey	Testigo absoluto
T10	Sweet Valey	KCL 266.66 kg/ha
T11	Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 320.00 kg/ha
T12	Sweet Valey	KNO <sub>3</sub> 363.63 kg/ha

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con parcelas divididas, en este diseño las unidades experimentales se distribuyeron en grupos homogéneos, los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente, así cada bloque fue a constituir una repetición.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas, para lo cual el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_j + A_i + E_{ij} + B_k + AB_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta asociada a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$R_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo de bloque.

$A_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima nivel del factor "A" (Híbridos de maíz dulce).

$E_{ij}$  = Efecto del  $i$ -ésimo asociado a  $ij$ -ésima unidad experimental

$B_k$  = Efecto de  $k$ -ésimo del factor "B" (Fuentes de potasio).

$AB_{ik}$  = Efecto de la interacción entre  $i$ -ésima nivel del factor "A" (Híbridos de maíz dulce) y el  $k$ -ésimo del factor "B" (Fuentes de potasio).

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área total del experimento fue de  $540 \text{ m}^2$ , el área de la parcela bruta con un área de  $9.18 \text{ m}^2$  con 49 plantas, la parcela neta con un área de  $4.68 \text{ m}^2$  con 25 plantas y un número total de plantas por el experimento de 2,352, los distanciamientos fueron de  $0.25 \text{ m}$  entre plantas y  $0.75 \text{ m}$  entre surcos, cada repetición con  $63 \text{ m}$  de largo por  $1.75 \text{ m}$  de ancho.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

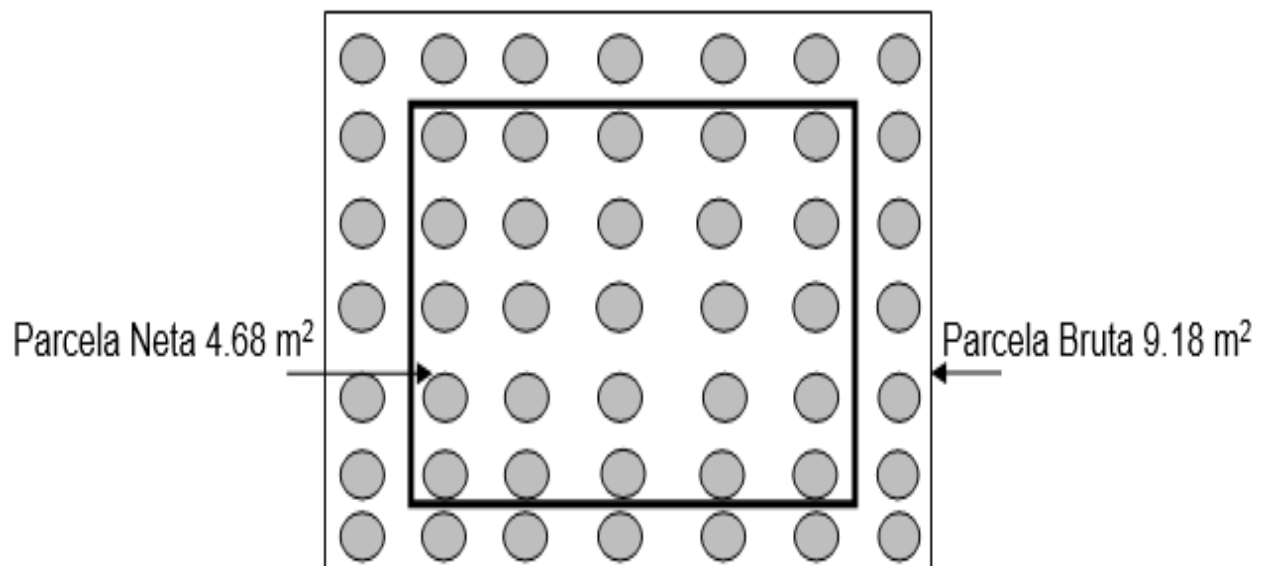


Figura 1. Dimensiones de la Unidad Experimental.

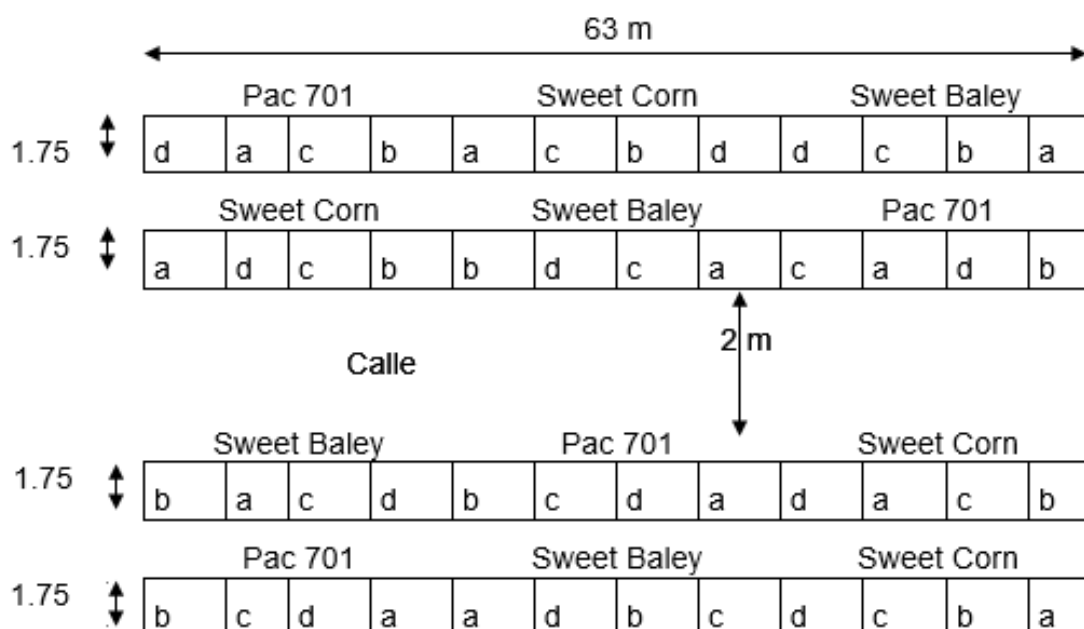


Figura 2. Distribución de tratamientos en campo.

Cuadro 3. Tabla de referencia utilizada en las parcelas pequeñas, en los tratamientos evaluados, en tres híbridos de maíz dulce fertilizados con diferentes fuentes de Potasio, Joyabaj, Quiché, 2013

	Referencia	
T1	Pac 701	a
T2	Pac 701	b
T3	Pac 701	c
T4	Pac 701	d
T5	Sweet Corn	a
T6	Sweet Corn	b
T7	Sweet Corn	c
T8	Sweet Corn	d
T9	Sweet Valey	a
T10	Sweet Valey	b
T11	Sweet Valey	c
T12	Sweet Valey	d

## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Para la evaluación de este experimento se realizaron las siguientes actividades.

### **6.9.1 Análisis químico del suelo y preparación del terreno**

Con el fin de conocer las condiciones edáficas y nutricionales del suelo que se utilizó para la investigación, se realizó un muestreo del área, tomando 4 sub-muestras para luego formar una sola, para realizar el análisis respectivo en un laboratorio donde se obtuvieron resultados que demostraron las propiedades físicas como químicas del suelo donde se desarrolló el experimento, como se puede ver en el Anexo 22.

Se preparó el terreno para la investigación de forma manual, utilizando machete para su chapeo, azadón para desmalezarlo, picarlo, mullirlo y su nivelación, esta actividad se realizó 15 días antes de la siembra, el barbecho se realizó a una profundidad de 30 cm para un mejor desarrollo radicular de la planta.

### **6.9.2 Siembra**

Se utilizaron los materiales vegetativos Pac 701, Sweet Corn y Sweet Valey, la semilla se llevó a una pilonera donde la maquilaron para posteriormente a los 25 días de haber germinado, donde la plántula ya estaba en un estado vegetativo v1 se llevó acabo el trasplante a campo definitivo, depositando una plántula a un distanciamiento de 0.25 m entre postura y 0.75 m entre surco.

Para el diseño se trazaron 12 unidades experimentales con sus respectivas calles y avenidas por cada bloque de las cuatro repeticiones. Cada unidad experimental obtuvo las dimensiones de 1.75 m x 5.25 m, para un total de 9.18 m<sup>2</sup>.

### **6.9.3 Riego**

El riego utilizado fue aspersion y se rego inmediatamente después del trasplanté a campo definitivo. De esta manera se canalizo el agua a través de cada unidad experimental, se aplicaron dos riegos por semana desde el trasplanté a campo definitivo hasta la cosecha.

#### **6.9.4 Fertilización**

Se aplicaron las dosis de las diferentes fuentes de Potasio para cada tratamiento, las cuales fueron: para KCL 266.66 kg/ha y 5.00 gr/planta, Para K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 320 kg/ha y 6.00 gr/planta y para KNO<sub>3</sub> 363.63 kg/ha y 6.81 gr/planta. La fertilización fue al pie de la planta, aplicándola el día del trasplante a campo definitivo, que fue a los 25 días de haber germinado. El testigo no obtuvo ningún tipo de fertilización.

#### **6.9.5 Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual, de acuerdo a las exigencias del cultivo. Durante el ciclo se realizó una limpia a los 40 días de trasplante a campo definitivo, para que se desarrollara un ambiente libre de competencia.

#### **6.9.6 Control fitosanitario**

Para el control de insectos como la gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), gusano de alambre (*Dipropus sp.*) y gusano nochero (*Prodenia sp.*) se aplicó Foxim cuatro días antes de la siembra a razón de 3 lts/ha.

Para el manejo de los insectos y follaje como la tortuguilla (*Diabrotica sp.*), pulgón (*Aphis maydis*), gusano cogollero (*Laphigma frugiperda*) y gusano elotero (*Heliothis zea*) se realizaron aplicaciones de insecticidas lambda-cihalotrina a razón de 1 lts/ha.

Para el manejo de las enfermedades como roya (*Puccinia zea*), tizón foliar (*Fusarium moniliforme*) y pudrición del tallo y raíz (*Stenocarpella maydis*) entre otras, se realizaron aplicaciones de detomorf a 1 lts/ha; las dosis por hectárea variaron según la densidad de la plantación y desarrollo foliar de la plantación al momento de la aplicación. Con el manejo realizado se mantuvo una plantación aceptable fitosanitariamente hasta la cosecha.

#### **6.9.7 Cosecha de mazorcas de maíz dulce y toma de datos**

La cosecha se realizó de forma manual cuando el grano alcanzó la etapa fenológica R3 donde el grano está en una etapa lechosa.



Se cosechó y registró la producción de cada parcela neta y se colocó a un lado del bloque respectivo. En campo se realizó una preclasificación en elote de primera calidad (mayor de 15 cm de largo) y segunda (menos de 15 cm de largo).

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

Para la evaluación de este experimento se evaluaron las siguientes variables.

### **6.10.1 Rendimiento de mazorcas expresado en kilogramos por hectárea**

Al efectuar la cosecha se juntaron las mazorcas de cada tratamiento ya deshojados, donde después se procedió a pesarlos por medio de una balanza de resorte, dichos datos fueron tomados de la parcela neta, para luego transformarlos a kilogramos por hectárea.

### **6.10.2 Concentración de Sólidos Solubles**

Para la medición de los sólidos solubles se utilizó un refractómetro donde se introdujo una porción de jugo de maíz dulce, obtenido de las mazorcas de la parcela neta, para poder ver qué cantidad obtuvo de azúcares, expresado en grados Brix.

### **6.10.3 Número de mazorcas por hectárea**

Para esta variable se efectuó un conteo de las mazorcas que se cosecharon dentro de la parcela neta, incluyendo las de primera y segunda calidad, donde posteriormente se clasificaron según las características físicas.

### **6.10.4 Número mazorcas de primera calidad por hectárea**

Para esta variable se efectuó un conteo en la parcela neta de las mazorcas que tenían las mejores características físicas como las de mayor largo y ancho.

### **6.10.5 Número de mazorcas de segunda calidad por hectárea**

Para esta variable se efectuó un conteo en la parcela neta de los frutos que no llenaban las características de las mazorcas de 1era.

### **6.10.6 Ancho de mazorca**

Se pudo medir al partir las mazorcas obtenidas dentro de la parcela neta por la mitad y así utilizar una regla para medir el largo de grano a grano.

### **6.10.7 Largo de mazorca**

Se pudo medir mediante una regla tomando lecturas desde la base de la mazorca, estas medidas se le efectuaron a las mazorcas obtenidas en la parcela neta.

### **6.10.8 Altura de plantas a los 60 días**

Se realizó la medición a las plantas de la parcela neta mediante la utilización de un estadal donde tenían un rango de 2 m de altura.

### **6.10.9 Altura de plantas a los 90 días**

Al igual que la variable de altura a los 60 días, se realizó la medición a las plantas de la parcela neta mediante la utilización de un estadal donde tenían un rango de 2.50 m de altura.

## **6.11 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Con los datos y resultados que se obtuvieron en el experimento, de acuerdo a las variables planteadas se realizó un análisis estadístico para cada una, y para los factores e interacciones que la diferencia fue significativa al 5 por ciento de significancia, se realizó la separación de medias de Tukey.

Posteriormente cada variable de respuesta se procedió a discutirla de acuerdo a los resultados obtenidos y a los criterios del investigador.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se obtuvo de cada tratamiento los costos variables, costos fijos, costos totales, ingresos brutos e ingresos netos para obtener los presupuestos parciales donde posteriormente

se realizó un análisis de dominancia, a continuación se seleccionaron los tratamientos no dominados “ND”, los cuales se analizaron de acuerdo a la rentabilidad.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 RENDIMIENTO DE MAZORCAS EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha)

Al aplicar la fuente nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) se favorece a cumplir con las necesidades nutricionales que requiere este cultivo para poder aumentar sus rendimientos, ya que esta fuente es de rápida asimilación, dado que no necesita de transformaciones por microorganismos del suelo para ser absorbidos, tal y como se pudo observar en el anexo uno, los tratamientos que obtuvieron mejores medias son los que fueron fertilizados con la fuente de nitrato de potasio.

Al momento de la cosecha se realizó el pesado de las mazorcas producidas, tomando los datos en kilogramos por hectárea, estos datos (anexos uno) fueron sometidos a un análisis de varianza con una probabilidad del 5% y el 1% (Cuadro cuatro) donde se pudo apreciar que el coeficiente de variación tuvo un valor de 4.63, por lo que hubo un bajo error experimental, esto indica que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron en los resultados obtenidos en cada una de las unidades experimentales.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento de mazorcas (kg/ha) en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>		F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	16960	5653				
Factor A	2	1805863.542	902931.77	55.92	**	5.14	10.92
Error a	6	96879.13	16146.521				
Factor B	3	14658029.83	4886009.9	308.42	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	1876479.792	312746.63	19.74	**	2.46	3.56
Error b	27	427728.88	15841.81				
Total	47	18881940.67					

C.V = 4.46

Se estableció con base a los resultados obtenidos en el andeva, que para la variable rendimientos de mazorcas de maíz dulce expresado en kg/ha, hubo diferencia altamente significativa para los Factores A, B y la interacción, por lo que posteriormente se realizó la prueba de medias por Tukey para cada uno de los factores y su interacción.

En el Cuadro cinco, muestra la prueba de medias para cada uno de los híbridos evaluados, aquí se pudo observar que se formaron dos grupos estadísticos, el primer grupo estuvo integrado por los híbridos Sweet Valey y Pac 701. El grupo B fue integrado por el híbrido Sweet Corn con un 10% menos que Sweet Valey.

Cuadro 5. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	3042	A
Pac 701	2840	A
Sweet Corn	2568	B

Tukey (0.05%) DMS 114 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Según los resultados obtenidos en el Cuadro seis, en relación a las fuentes de potasio, se formaron cuatro grupos estadísticos, los tres primeros están integrados por cada una de las fuentes de potasio, siendo la mejor del grupo la fuente nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) presentando un 41% más de rendimiento en relación al testigo que es cero aplicación de potasio y ocupó el último grupo. El segundo grupo lo formo la fuente sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) ya que esta fuente cuenta con un 53% de potasio y un 47% de azufre que le ayudan a ser un buen fertilizante de relevo a la fuente de nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) que cuenta con dos macronutrientes importantes para cualquier cultivo. El tercer grupo lo integro el cloruro de potasio (KCL), esta fuente cuenta con un aporte importante de potasio, pero también aporta cloro, permitiendo que los cultivos desarrollen cierta sensibilidad que les afecta el adecuado desarrollo.

Cuadro 6. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
KNO <sub>3</sub>	3665	A
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2876	B
KCL	2574	C
Testigo	2153	D

Tukey (0.05%) DMS 145 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base en los resultados obtenidos en el Cuadro siete, se pudo determinar que en la prueba de medias de Tukey, para la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de potasio se formaron siete grupos estadísticos, el primer grupo lo integraron los híbridos Pac 701 y Sweet Corn interactuando con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), el segundo grupo en importancia lo conformo la interacción entre el híbrido Sweet Valey también con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>). En general se pudo observar que las fuentes de potasio demostraron una diferencia positiva del 60% más en comparación con la aplicación de cero potasio que es el testigo.

Al combinar las tres variedades de maíz dulce con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), se obtienen mejores rendimientos ya que este es el único fertilizante que suministra ambos macronutrientes en la forma más concentrada para la planta, ya que el efecto de la sinergia entre [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] y [K<sup>+</sup>] provee una mejor absorción por planta. En suma, la afinidad entre el nitrato [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] con carga negativa y el potasio [K<sup>+</sup>] con carga positiva, suministra la disponibilidad del potasio por un periodo relativamente largo en el suelo, siendo el potasio el catión primordial en la planta, ya que por su función es el balance eléctrico de la mayoría de los aniones minerales y orgánicos, por lo tanto, el potasio es esencial para el desarrollo de la planta y para el normal funcionamiento de sus tejidos.

Cuadro 7. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del factor A con el factor B en la variable de rendimientos de mazorca (kg/ha); Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey				
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	3903	A				
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	3681	A	B			
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	3410	B				
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2983				C	
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2846	C		D		
Sweet Valey	KCL	2804	C		D		
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2799	C		D	E	
Sweet Valey	Testigo	2663				D	E
Sweet Corn	KCL	2512				E	F
Pac 701	KCL	2406				F	
Pac 701	Testigo	2291				F	
Sweet Corn	Testigo	1508				G	

Tukey (0.05%) DMS 246 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Es importante recordar, que en Guatemala, el maíz dulce en bandeja no se vende por el peso neto de la misma, sino por la calidad (siendo el peso tan solo un elemento de la calidad y no el prioritario); un peso promedio por bandeja de primera calidad de 1,120 gramos (cuatro elotes de 280 gramos c/u) es el ideal para comercializarlo.

## 7.2 CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

El poder medir los grados brix presentes en las mazorcas de maíz dulce, permitió establecer si los tratamientos habían aprovechado de la mejor manera la aplicación de las fuentes de potasio, ya que este es un nutriente de mucha importancia para mejorar las características de sabor y color en las mazorcas y como se pudo observar en el anexo dos, los tratamientos donde se aplicó alguna fuente de potasio se aumentó levemente el contenido de azúcares.

En base a los resultados del evaluar tres fuentes de potasio en la concentración de sólidos solubles en la producción de tres híbridos de maíz dulce, como se observa en el Cuadro ocho, el andeva muestra que existieron diferencias altamente significativas para el Factor A, Factor B y la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de potasio, para lo cual se realizó posteriormente la prueba de medias por Tukey.

El coeficiente de variación obtenido fue de 1.40, lo que indica que el experimento fue aceptable, esto muestra que hubo un bajo error experimental, ya que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable concentración de sólidos solubles en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>		F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	0.0927	0.0309				
Factor A	2	10.5849	5.2924	113.6958	**	5.14	10.92
Error a	6	0.2792	0.0465				
Factor B	3	11.6152	3.8717	83.4341	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	2.0068	0.3344	7.2077	**	2.46	3.56
Error b	27	1.2529	0.0464				
Total	47	25.8320					

C.V = 1.40

En el Cuadro nueve, se observa que en la prueba de medias por Tukey se formaron únicamente dos grupos estadísticos, el primero estuvo integrado por los híbridos Sweet Valey y Sweet Corn, mostrando un leve aumento de grados Brix el primero, el segundo grupo lo integro el hibrido Pac 701, por los grados Brix obtenidos por estos híbridos pueden catalogarlos como integrantes de la variedad Normal “sugary” con un promedio de 10% de azúcar pudiendo llegar hasta 19%.



Cuadro 9. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable sólidos solubles; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	15.74	A
Sweet Corn	15.66	A
Pac 701	14.71	B

Tukey (0.05%) DMS 0.23 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Es de hacer resaltar que las fuentes de potasio marcaron una pequeña diferencia positiva en los contenidos de azúcares en los híbridos de maíz dulce como se observa en el Cuadro 10, para el Factor B se formaron tres grupos estadísticos, el primero estuvo integrado por las fuentes nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) y cloruro de potasio (KCL), siendo la primera una fuente que permite mantener de mejor manera la función del desarrollo de los frutos y así contribuir de una forma positiva al aumento del rendimiento y acumulación de sólidos solubles en las mazorcas, esto debido a que el potasio aporta un catión muy común en los procesos metabólicos de las plantas, el segundo grupo estuvo formado por sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y el tercer grupo lo conformo el testigo que es cero aplicación de potasio.

Cuadro 10. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor B en la variable sólidos solubles; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
$KNO_3$	15.76	A
KCL	15.64	A
$K_2SO_4$	15.48	B
Testigo	14.53	C

Tukey (0.05%) DMS 0.24 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

De acuerdo a los resultados expresados en el Cuadro 11, cabe mencionar que a la utilización de fuentes de potasio, se le puede asociar a un incremento del contenido de azúcares en las mazorcas de los híbridos de maíz dulce, ya que el potasio estimula la

actividad de la invertasa, peptasa y catalasa, promoviendo la formación y translocación de azúcares, por lo que se formaron seis grupos estadísticos, el primer grupo fue integrado por los híbridos Sweet Corn y Sweet Baley con cada una de las fuentes de potasio, esto debido a que son los híbridos que con mayor facilidad pueden llegar a obtener su máximo contenido de grados Brix que sería un 19% por estar catalogados dentro de los Normal “sugary”. En general la interacción que menos contenido de azúcares presentó fue la de Pac 701 con el testigo que es la cero aplicación de potasio, como se pudo observar en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, sólidos solubles expresado en grados Brix; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey			
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	16.37	A			
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.14	A			
Sweet Corn	KCl	16.00	A			
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	16.00	A			
Sweet Valey	KCl	15.92	A	B		
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.53		B	C	
Sweet Valey	Testigo	15.14			C	D
Pac 701	KCl	15.00				D
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.00				D
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	14.92			D	E
Sweet Corn	Testigo	14.53				E
Pac 701	Testigo	13.92				F

Tukey (0.05%) DMS 0.43 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

### 7.3 NÚMERO DE MAZORCAS POR HECTÁREA

Para lograr mejorar el número de mazorcas por hectárea, se pudo observar en el anexo tres, que al aplicar la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) se lograron obtener mayores

promedios en el número de mazorcas por hectárea, ya que los tratamientos donde interactúan los híbridos Sweet Valey y Pac 701 con esta fuente aumentaron considerablemente sus medias. Como se observa en el Cuadro 12, en base a los resultados derivados del análisis de varianza realizado sobre la variable número de mazorcas por hectárea, se determinó que hubo diferencias significativas para los Factores A y B así como para la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de Potasio, por lo que posteriormente se elaboró la prueba de medias por Tukey para estos factores y la interacción. También se pudo determinar que el coeficiente de variación obtenido fue de 9.04, lo que indica que el experimento fue aceptable, lo cual muestra que hubo un bajo error experimental, manifestando que los factores ambientales y el manejo no influyeron en los resultados de cada una de las unidades estadísticas.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	Fcal	F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	23552000	7850666			
Factor A	2	222498816	111249408	17.42	** 5.14	10.92
Error a	6	38316032	6386005			
Factor B	3	1950210048	650070016	142.64	** 2.96	4.60
Interacción AB	6	852948992	142158160	31.19	** 2.46	3.56
Error b	27	123043840	4557179			
Total	47	3210569728				

C.V = 9.04

En base a los resultados al evaluar diferentes fuentes de potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce, como se observa en el Cuadro 13, en la prueba de medias por Tukey, se formaron dos grupos estadísticos, el primero estuvo integrado por el híbrido Sweet Valey y Pac 701 donde el primero obtuvo un 7% mejor promedio, el

segundo grupo lo formó el híbrido Sweet Corn con un promedio 20% menor con relación al mejor estadísticamente hablando.

Cuadro 13. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable número mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	25926	A
Pac 701	24167	A
Sweet Corn	20740	B

Tukey (0.05%) DMS 2741 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados al evaluar diferentes fuentes de potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce, como se observa en el Cuadro 14, que en la prueba de medias por Tukey para el Factor B se formaron tres grupos estadísticos, uno integrado por la fuente nitrato de potasio ( $KNO_3$ ), que aumento en un 34.05% el promedio de mazorcas, en relación al mejor del segundo grupo que está conformado por sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y cloruro de potasio (KCL), esto debido a que esta fuente se disuelve más rápido y así puede ser absorbido más fácilmente por las raíces y al tener un porcentaje alto de nitrógeno que es esencial para el desarrollo de las plantas, el último grupo está integrado por el testigo que es cero aplicación de potasio que fue un 38% menos eficaz que la mejor fuente.

Cuadro 14. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
$KNO_3$	34074	A
$K_2SO_4$	22469	B
KCL	20987	B
Testigo	16913	C

Tukey (0.05%) DMS 2385 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En el Cuadro 15, se presentan los grupos estadísticos según la prueba realizada por Tukey para la variable número de mazorcas por hectárea en la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de potasio, donde se pudo determinar que la mejor interacción fue la del híbrido de maíz dulce Sweet Valey con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), aumentando un 67% más el promedio en relación a la interacción de Sweet Corn con el testigo, con estos resultados se determinó que todos los híbridos de maíz dulce aumentan el número de mazorcas por hectárea al ser fertilizados con alguna fuente de potasio.

Cuadro 15. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, número de mazorcas por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey		
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	44815	A		
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	34814	A	B	
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	24351	B		C
Sweet Corn	KCl	23148	B		C
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22200	C		D
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22151	C		D
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21411	C		D
Pac 701	KCl	20370	C		D E
Sweet Valey	KCl	18496	C		D E
Pac 701	Testigo	17988	C		D E
Sweet Valey	Testigo	17918			D E
Sweet Corn	Testigo	15462			E

Tukey (0.05%) DMS 4500 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

#### 7.4 NÚMERO DE MAZORCAS DE PRIMERA CALIDAD POR HECTÁREA

Al momento de la cosecha se realizó el conteo de las mazorcas de primera calidad, ya que en Guatemala se comercializa el maíz dulce de primera calidad en bandejas que contienen cuatro unidades (mazorcas) mayores a 15 cm de largo, con todas las filas

llenas de grano y sin malformaciones, además de las puntas también se quitan algunas hojas. (Sandoval Gomez F. J., 2004)

Como puede observarse en los datos obtenidos en campo (ver anexo cuatro), al aplicar mas de alguna fuente de potasio en los tratamientos se pudo aumentar el número de mazorcas, esto debido a que el potasio es el catión mas importante en los procesos metabolicos, ademas el potasio esta involucrado en la maduración de las mazorcas en el caso del maiz dulce.

Al someter los resultados obtenidos en el anexo cuatro a un análisis de andeva (Cuadro 16), se pudo apreciar que hubo significancia para el Factor A, Factor B y la interacción. Por lo que posteriormente se realizó la prueba de medias por Tukey para cada uno de los factores y la interacción, el Coeficiente de Variación tuvo un valor de 11.25, lo cual es aceptable, ya que hubo un bajo error experimental, esto indica que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron a los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable número de mazorcas de 1<sup>era</sup> por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>		F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	9367552	3122517				
Factor A	2	368805888	184402944	113.25	**	5.14	10.92
Error a	6	9767936	1627989				
Factor B	3	2972502016	990833984	236.73	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	843020288	140503376	33.43	**	2.46	3.56
Error b	27	113470464	4202610				
Total	47	4316934144					

C.V = 11.25

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 17, se determinó que para la prueba de medias por Tukey para el Factor A se formaron tres grupos estadísticos, el primero lo formó el híbrido Sweet Valey aumentando un 14% más el promedio en relación al grupo B que lo integro el hibrido Pac 701 y un 32% al grupo C formado por Sweet Corn.

Cuadro 17. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor A en la variable número de mazorcas de 1<sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	21417	A
Pac 701	18594	A
Sweet Corn	14658	B

Tukey (0.05%) DMS 1384 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Con base a los resultados obtenidos en el Cuadro 18, se pudo determinar que se formaron tres grupos estadísticos para establecer el mejor nivel del factor B, donde el primero lo integró la fuente nitrato de potasio ( $KNO_3$ ), siendo esta la que mejor puede interactuar con cualquier híbrido de maíz dulce, debido a que el alto contenido de nitrógeno que es del 62%, este macronutriente ayuda a que haya un mejor desarrollo de la planta, de las hojas, de las flores y de los frutos por eso es que esta fuente aumento en un 1.47 y 1.62 más el promedio en relación al sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y al cloruro de potasio (KCL) que formaron el segundo grupo. Cabe mencionar que las fuentes con base de potasio aumentaron considerablemente las mazorcas de primera calidad en comparación al promedio del testigo que obtuvo 10,085 mazorcas con cero aplicaciones de potasio.

Cuadro 18. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número de mazorcas de 1<sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
KNO <sub>3</sub>	31211	A
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16519	B
KCl	15077	B
Testigo	10085	C

Tukey (0.05%) DMS 2290 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales.

Sobre la base de los resultados obtenidos en el Cuadro 19, en la prueba de medias por Tukey para la interacción híbridos de maíz dulce con aplicaciones de fuentes de potasio, para la variable número de mazorcas por hectárea, se pudo determinar que se formaron cinco grupos estadísticos, integrando el mejor grupo la interacción del híbrido Sweet Valey con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), obteniendo una media de 42,592 mazorcas, siendo un 25% mejor que la interacción del grupo B que es la utilización del híbrido Pac 701 y fertilizarlo nuevamente con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>). En general se pudo determinar que las interacciones con los promedios más bajos fueron donde no se aplicó ninguna fuente de potasio, habiendo un 79% de diferencia entre el primer tratamiento con el último.



Cuadro 19. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, número de mazorcas de 1<sup>era</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	42592	A
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	32592	B
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	18448	C
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18448	C D
Sweet Corn	KCL	15648	D
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15555	D
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15555	D
Pac 701	KCL	15048	D
Sweet Valey	KCL	14537	D
Pac 701	Testigo	11181	E
Sweet Valey	Testigo	10092	E
Sweet Corn	Testigo	8981	E

Tukey (0.05%) DMS 3701 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

### 7.5 NÚMERO DE MAZORCAS DE SEGUNDA CALIDAD POR HECTÁREA

Si observamos en el anexo cinco, los tratamientos que no tuvieron ninguna aplicación de potasio fueron los que mayor número de mazorcas de segunda calidad obtuvieron, esto indica que tienen menos de 15 cm de largo, con al menos una fila de granos o parte de ella con deterioro o malformación (Sandoval Gomez F. , 2004), demostrando así que el potasio tiene una gran influencia en la translocación de azúcares de las hojas a la mazorca y así determinar la calidad de estas. Al someter los resultados obtenidos en el anexo cinco a un análisis de varianza (Cuadro 20), se pudo determinar que el coeficiente de variación obtuvo un valor de 18.66, lo cual muestra que el experimento fue aceptable, esto significa que hubo un bajo error experimental, esto indica que los factores ambientales y el manejo no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de las unidades experimentales.

Con respecto a los resultados obtenidos en el Andeva, para la variable número de mazorcas de segunda calidad por hectárea, muestran que hubo diferencia significativa para el Factor A, Factor B y la interacción, por lo que posteriormente se elaboró una prueba de medias por Tukey para cada uno de los factores y su interacción.

Cuadro 20. Análisis de varianza, para la variable número de mazorcas de 2<sup>da</sup> por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>		F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	4646592	1548864				
Factor A	2	203853952	101926976	95.31	**	5.14	10.92
Error a	6	6415936	1069322				
Factor B	3	60785792	20261930	47.45	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	45052800	7508800	17.58	**	2.46	3.56
Error b	27	11528640	426986				
Total	47	332283712					

C.V = 18.66

En el Cuadro 21, se observó que en la prueba de medias por Tukey se formaron únicamente dos grupos estadísticos, el primero integrado por el híbrido Sweet Corn y Pac 701 que obtuvieron el mayor promedio de mazorcas de segunda calidad, Sweet Valey estadísticamente actúa en el segundo grupo, este híbrido sería el mejor para tomar en cuenta ya que obtiene el menor promedio de mazorcas de segunda calidad.

Cuadro 21. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable número de mazorcas de 2<sup>da</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Pac 701	5423	A
Sweet Valey	4439	A
Sweet Corn	643	B

Tukey (0.05%) DMS 1121 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Sobre la base de los resultados obtenidos en el Cuadro 22, en la prueba de medias por Tukey para las fuentes de potasio se formaron tres grupos estadísticos, el primero estuvo integrado por el testigo que es la cero aplicación de potasio con un promedio de 5,093 mazorcas por hectárea, el segundo grupo lo formaron las fuentes de sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y cloruro de potasio (KCL), esto demuestra que la fuente de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) al tener una relación estrecha de dos macronutrientes muy importantes ayuda a mejorar la calidad de mazorca.

Cuadro 22. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable número de mazorcas de 2<sup>da</sup> por hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
Testigo	5093	A
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3644	B
KCL	3345	B
KNO <sub>3</sub>	1925	C

Tukey (0.05%) DMS 730 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 23, se pudo determinar que el tratamiento con mayor número de mazorcas de segunda calidad se obtuvo de la interacción del híbrido Sweet Valey con el testigo que fue cero aplicación de potasio. En general se pudo establecer que las fuentes de potasio marcaron una pequeña diferencia, Ya que ayudan a reducir el número de mazorcas de segunda calidad.

Cuadro 23. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable, número de mazorcas de 2<sup>da</sup> hectárea; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey					
Sweet Valey	Testigo	7825	A					
Sweet Corn	KCL	7500	A	B				
Pac 701	Testigo	6807	A	B	C			
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6596	A	B	C	D		
Sweet Corn	Testigo	6481	A	B	C	D		
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	5903	A	B	C	D		
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5855	A	B	C	D		
Pac 701	KCL	5325				B	C	D
Sweet Valey	KCL	3959				B	C	D
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3751				C	D	
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	2962				C	D	
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	2222					D	

Tukey (0.05%) DMS 1565 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

## 7.6 ANCHO DE MAZORCA

Según la presente investigación se pudo demostrar que el cultivo de maíz dulce requiere de potasio para acelerar los procesos metabólicos del crecimiento de la mazorca. Lo anterior se confirma con los resultados obtenidos en campo como se puede observar en el anexo seis, en donde los tratamientos en que se adicionó potasio el ancho de la mazorca aumento en diferencia con el testigo, también se pudo determinar que el híbrido Sweet Valey es el que presenta los promedios más altos del ancho de mazorca en relación a los otros híbridos.

Se determinó en base a los resultados obtenidos en el Cuadro 24, que para el andeva de la variable ancho de mazorca, hubo diferencia altamente significancia para el Factor A, Factor B y significativa para la interacción de los híbridos de maíz dulce con las fuentes de potasio, esto estableció que al interactuar el mejor grupo del Factor A con

alguno del grupo del Factor B la diferencia estadística fue solamente significativa ya que actúan similarmente, así como que el coeficiente de variación es aceptable, con un valor de 1.40 lo que significa que hubo un bajo error experimental, esto indica que los factores ambientales y el manejo del ensayo no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos, posteriormente se realizaron las pruebas de media por Tukey para cada uno de los factores y su interacción.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable ancho de mazorca expresado en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio, Joyabaj; Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	0.0184	0.0061			
Factor A	2	0.6538	0.3269	82.1878 **	5.14	10.92
Error a	6	0.02	0.0039			
Factor B	3	0.0824	0.0274	8.2891 **	2.96	4.60
Interacción AB	6	0.0631	0.0105	3.1768 *	2.46	3.56
Error b	27	0.09	0.0033			
Total	47	0.93				

C.V = 1.40

Con base a los resultados obtenidos en el Cuadro 25, de la prueba de medias por Tukey para la variable ancho de mazorca, se pudo determinar que el híbrido Sweet Valey pudo aumentar un 5.6% más el ancho de la mazorca, siendo esta la que está mejor ubicada estadísticamente ya que integra el primer grupo. Los híbridos Sweet Corn y Pac 701 formaron el segundo grupo estadístico teniendo el mejor promedio la primera mencionada.

Cuadro 25. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable ancho de mazorca expresada en cms, Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	4.26	A
Sweet Corn	4.02	B
Pac 701	4.01	B

Tukey (0.05%) DMS 0.06 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 26, al implementar cualquier fuente de potasio en relación a la variable ancho de mazorca, se va a obtener una pequeña mejora, como se pudo determinar al utilizar la fuente sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) que aumentó un 2.5% más el ancho en comparación del testigo que es cero aplicación de potasio. Esto debido a que esta fuente presenta un alto contenido de potasio que es del 52% que es esencial para todos los procesos metabólicos de la planta y así mejorar las cualidades de la mazorca y también contiene un 48% de sulfato, al no haber diferencia estadística con el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) se puede utilizar de mejor manera esta fuente ya que tiene una relación de dos macronutrientes (38% de potasio y 62% de nitrógeno) que es de mayor beneficio para las plantas.

Cuadro 26. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable en la variable ancho de mazorca expresada en cms, Joyabaj; Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
$K_2SO_4$	4.13	A
$KNO_3$	4.12	A
KCL	4.11	A
Testigo	4.03	B

Tukey (0.05%) DMS 0.06 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales.

Sobre la base de los resultados de la prueba de medias por Tukey en la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de potasio, se formaron cuatro grupos estadísticos, el primer grupo lo integro el híbrido Sweet Valey con las tres fuentes de potasio más el

testigo, y como ya se pudo establecer en el Cuadro 27 este híbrido presenta los mejores promedios con relación a los demás híbridos, obteniendo el mejor promedio la interacción con sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) con un ancho de 4.35 centímetros. En general las interacciones que presentaron los promedios más bajos en relación al ancho de mazorca fue el del híbrido Pac 701 con el testigo que es la cero aplicación de potasio, como se pudo establecer en el Cuadro 26.

Cuadro 27. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable ancho de mazorca expresada en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey			
Sweet Valey	$K_2SO_4$	4.35	A			
Sweet Valey	$KNO_3$	4.32	A	B		
Sweet Valey	KCL	4.22	A	B	C	
Sweet Valey	Testigo	4.18		B	C	
Pac 701	$KNO_3$	4.10		B	C	D
Sweet Corn	$K_2SO_4$	4.08			C	D
Sweet Corn	KCL	4.03				D
Sweet Corn	$KNO_3$	4.03				D
Pac 701	KCL	4.02				D
Pac 701	$K_2SO_4$	4.00				D
Sweet Corn	Testigo	3.96				D
Pac 701	Testigo	3.95				D

Tukey (0.05%) DMS 0.11 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

## 7.7 LARGO DE MAZORCA

Al igual que en la variable anterior la investigación demostró que el cultivo de maíz dulce requiere de potasio para acelerar los procesos metabólicos del crecimiento de la mazorca. Lo anterior se confirma con los resultados obtenidos en campo como se observa en el anexo siete, donde el promedio general para el largo de mazorca fue de 15.10 cms, siendo el híbrido Sweet Valey con los promedios más alto y la fuente con los

promedios más altos fue la de nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) debido a que esta fuente cuenta con el macronutriente nitrógeno que como elemento fundamental para el desarrollo de la planta de maíz, influye en su altura, inserción de mazorca, largo, diámetro y peso de mazorca.

Los resultados obtenidos para el andeva de la variable largo de mazorca, hubo diferencia altamente significancia para el Factor A, Factor B y significativa para la interacción de los híbridos de maíz dulce con las fuentes de potasio, esto estableció que al interactuar el mejor del Factor A con alguno del Factor B la diferencia estadística fue solamente significativa ya que actúan similarmente, como se puede ver en el Cuadro 28, así como que el coeficiente de variación es aceptable, con un valor de 4.58 lo que significa que hubo un bajo error experimental, el cual indica que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos. Posteriormente se realizaron pruebas de media por Tukey para cada uno de los factores en estudio y la interacción.

Cuadro 28. Análisis de varianza, para la variable largo de mazorca expresado en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	$F_{cal}$		$F_{tab}$ al 5%	$F_{tab}$ al 1%
Bloques	3	2.7586	0.9179				
Factor A	2	245.0400	122.5201	202.3013	**	5.14	10.92
Error a	6	3.6337	0.6056				
Factor B	3	12.0126	4.0042	8.3586	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	8.9765	1.4960	3.1230	*	2.46	3.56
Error b	27	12.9345	0.4790				
Total	47	285.3515					

C.V = 4.58

En base a los resultados de la prueba de medias por Tukey obtenidos en el Cuadro 29, se observó que para la variable largo de mazorca expresada en centímetros, se



establecieron dos grupos estadísticos uno integrado por los híbridos Sweet Valey y Pac 701 donde el primero resulto ser un 2.31% más largo. El segundo grupo lo formo el hibrido Sweet Corn obteniendo la media más baja con una diferencia de 4.98 centímetros más pequeño equivalente al 29.48% en comparación a la mazorca del hibrido con el mejor promedio.

Cuadro 29. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable largo de mazorca expresado en cms, Joyaba; Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	16.89	A
Pac 701	16.50	A
Sweet Corn	11.91	B

Tukey (0.05%) DMS 0.84 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 30, de la prueba de medias por Tukey para el Factor B, en relación a la variable largo de mazorca, se observó que se formaron dos grupos, las fuentes de potasio integraron el mejor grupo y así lograron aumentar un 8.7% más el largo al utilizar la fuente nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) en comparación al testigo que es la cero aplicación de potasio. Esto confirma que los fertilizantes a base de potasio son determinantes para mejorar las características físicas de la mazorca.

Cuadro 30. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el factor B en la variable largo de mazorca expresado en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
$KNO_3$	15.69	A
KCL	15.29	A
$K_2SO_4$	15.11	A
Testigo	14.32	B

Tukey (0.05%) DMS 0.77 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 31, en la prueba de medias por Tukey, para la interacción de híbridos de maíz dulce con aplicaciones de fuentes de potasio, se estableció que se formaron cuatro grupos estadísticos, el primer grupo lo integro el híbrido Sweet Valey interactuando con nitrato de potasio ( $KNO_3$ ). En general las interacciones que menor promedio presentaron en relación al largo de mazorca fueron donde se utilizó el híbrido Sweet Corn bajo algún nivel de fertilización a base de potasio, presentando el menor largo en promedio la interacción de Sweet Corn con el testigo que es la cero aplicación de potasio.

Cuadro 31. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable largo de mazorca expresado en cms; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey
Sweet Valey	$KNO_3$	18.25	A
Pac 701	$KNO_3$	16.73	B
Pac 701	KCL	16.67	B
Sweet Valey	KCL	16.65	B
Sweet Valey	$K_2SO_4$	16.61	B
Pac 701	$K_2SO_4$	16.42	B
Pac 701	Testigo	16.18	B
Sweet Valey	Testigo	16.06	B
Sweet Corn	$K_2SO_4$	12.85	C
Sweet Corn	KCL	12.17	C
Sweet Corn	$KNO_3$	11.92	C
Sweet Corn	Testigo	10.71	D

Tukey (0.05%) DMS 1.43 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

## 7.8 ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS

Con el fin de determinar el efecto de las fuentes de fertilización potásica sobre la altura de planta, ya que al expandirse el follaje se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa, pues el total de biomasa producida por el

cultivo está altamente relacionada con el tamaño final de la mazorca, por lo que se llevaron a cabo mediciones en tres híbridos de maíz dulce a los 60 días sobre el crecimiento de las plantas expresado en metros, donde se pudo observar que variedad fue la que menos se vio afectada por el acame tal y como se observa en el anexo 8, de los datos recolectados en campo, donde los híbridos de maíz dulce desarrollaron promedios muy similares de altura, siendo el híbrido Sweet Valey la mejor con un promedio de 0.67 metros, mientras que la fuente de potasio que más influyo fue la de sulfato de potasio con un promedio de 0.64 m.

Como se observa en el Cuadro 32, el coeficiente de variación es de 2.42 lo que es aceptable, lo que significa que hubo un bajo error experimental, el cual indica que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos a estudiar. También se pudo determinar que en el andeva para la altura de planta a los 60 días, hubo una diferencia significativa en el Factor A, Factor B y en la interacción de híbridos de maíz dulce con fuentes de Potasio, por lo que posteriormente se elaboró una prueba de medias por Tukey para cada uno de los factores y su interacción.

Cuadro 32. Análisis de varianza, para la variable altura a los 60 días expresada en metros, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	F <sub>cal</sub>		F <sub>tab</sub> al 5%	F <sub>tab</sub> al 1%
Bloques	3	0.002037	0.000679				
Factor A	2	0.017576	0.008788	25.4324	**	5.14	10.92
Error a	6	0.002073	0.000346				
Factor B	3	0.023769	0.007923	37.5991	**	2.96	4.60
Interacción AB	6	0.023043	0.003840	18.2248	**	2.46	3.56
Error b	27	0.05690	0.000211				
Total	47	0.074188					

C.V = 2.42

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 33, se observó que en la prueba de medias por Tukey, se formaron tres grupos estadísticos, el mejor fue integrado por el híbrido Sweet Valey que obtuvo el mejor promedio, seguidamente formo el segundo grupo el híbrido Sweet Corn y por último el híbrido Pac 701.

Cuadro 33. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la variable de altura a los 60 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey
Sweet Valey	0.6237	A
Sweet Corn	0.6006	B
Pac 701	0.5769	C

Tukey (0.05%) DMS 0.0202 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En base a los resultados de la prueba de medias por Tukey para el factor B, como se observó en el Cuadro 34, se determinó que se formaron dos grupos estadísticos, uno formado por la que fue la mejor fuente de potasio a utilizar, la cual es sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) ya que obtuvo la mejor media, las otras tres fuentes actúan de una forma similar estadísticamente hablando y formaron el segundo grupo, la fuente que mejor promedio presento en este grupo es la fuente cloruro de potasio (KCL) mientras que el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) y el testigo obtuvieron el mismo promedio.

Cuadro 34. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable de altura a los 60 días expresa en metros, Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor B	Medias	Tukey
$K_2SO_4$	0.64	A
Kcl	0.59	B
$KNO_3$	0.58	B
Testigo	0.58	B

Tukey (0.05%) DMS 0.05 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

Sobre la base de la prueba de medias por Tukey en la interacción de híbridos de maíz dulce con aplicaciones de fuentes de Potasio, en el Cuadro 35, se pudo establecer que se formaron 6 grupos estadísticos, donde en general el fertilizante a base de sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) obtuvo los promedios más altos al interactuar con los híbridos Sweet Valey, Sweet Corn y se pudo ubicar en el tercer grupo identificado con la letra C la interacción con el híbrido Pac 701.

Cuadro 35. Resumen de medias de la prueba de Tukey para la interacción del Factor A con el Factor B en la variable de altura a los 60 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Medias	Tukey			
Sweet Valey	$K_2SO_4$	0.67	A			
Sweet Corn	$K_2SO_4$	0.65	A			
Sweet Valey	$KNO_3$	0.64	A	B		
Sweet Corn	KCl	0.61		B	C	
Sweet Valey	Testigo	0.60		B	C	D
Sweet Valey	KCl	0.60		C	D	
Pac 701	Testigo	0.59		C	D	E
Pac 701	$K_2SO_4$	0.59		C	D	E
Pac 701	KCl	0.57			D	E F
Sweet Corn	$KNO_3$	0.56				E F
Sweet Corn	Testigo	0.56				E F
Pac 701	$KNO_3$	0.55				F

Tukey (0.05%) DMS 0.03 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

### 7.9 ALTURA A LOS 90 DÍAS

Con el fin de determinar el efecto de las fuentes de fertilización potásica sobre la altura de planta en tres híbridos de maíz dulce, se llevaron a cabo mediciones nuevamente a los 90 días sobre el crecimiento de las plantas, ya que al transcurrir este tiempo las plantas ya alcanzaron su mayor potencial en relación a su altura según sus características fenotípicas. Como se puede ver en el anexo 9 en los datos recolectados

en campo, el híbrido con mayor desarrollo de altura fue el híbrido Sweet Baley con un promedio de 1.56 m, interactuando con la fuente sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ).

Como se observa en el Cuadro 36, el coeficiente de variación obtenido fue de 10.36, lo cual muestra que el experimento fue aceptable, por lo que significa que hubo un bajo error experimental, esto indica que los factores ambientales y el manejo del experimento no afectaron en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos. Los resultados obtenidos en el andeva para la altura a los 90 días, muestra que hubo diferencia significativa para el Factor A y Factor B, por lo que posteriormente se elaboró una prueba de medias por Tukey para cada uno de los factores.

Cuadro 36. Análisis de varianza, para la variable altura a los 90 días expresado en metros, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

FV	GL	SC	Cme	$F_{cal}$		$F_{tab}$ al 5%	$F_{tab}$ al 1%
Bloques	3	0.0721	0.0240				
Factor A	2	2.6462	1.3231	93.0715	**	5.14	10.92
Error a	6	0.09	0.0142				
Factor B	3	0.2343	0.0781	4.2674	*	2.96	4.60
Interacción AB	6	0.1632	0.0272	1.4859	NS	2.46	3.56
Error b	27	0.49	0.0183				
Total	47	3.70					

C.V = 10.36

Se determinó en base a los resultados del Cuadro 37, que los híbridos Pac 701 y Sweet Valey son estadísticamente iguales. Ya que cuentan con características fenotípicas muy similares, teniendo un 2.7% mejor altura el primer híbrido. Formando un segundo grupo se encuentra el híbrido Sweet Corn con un promedio de 0.97 m.

Cuadro 37. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor A en la Variable altura a los 90 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey	
Pac 701	1.49	A	
Sweet Baley	1.45	A	
Sweet Corn	0.97		B

Tukey (0.05%) DMS 0.05 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

En relación a los resultados obtenidos en el Cuadro 38, se pudo determinar que las fuentes de potasio actúan de una forma muy similar formando dos grupos, el primero está formado por nitrato de potasio ( $KNO_3$ ), sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y el testigo, donde estos son estadísticamente iguales. El segundo grupo lo estableció la fuente cloruro de potasio (KCL). Es de remarcar que la variable altura a los 90 días puede estar determinada por el potencial fenotípico de los híbridos ya que el testigo que es la cero aplicación como ya se describió es estadísticamente igual a los fertilizantes a base de potasio de su grupo.

Cuadro 38. Resumen de medias de la prueba de Tukey para el Factor B en la variable altura a los 90 días expresada en metros; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Medias	Tukey	
$KNO_3$	1.36	A	
$K_2SO_4$	1.35	A	
Testigo	1.31	A	B
KCl	1.18		B

Tukey (0.05%) DMS 0.15 grupos con la misma letra estadísticamente son iguales

### 7.10 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

En el Cuadro 39, se presentan los rendimientos de bandejas por hectárea de mazorcas de primera y segunda calidad, donde se consideran los Costos Variables de cada uno de los tratamientos. El tratamiento donde se cosecho el híbrido Sweet Valey y fue fertilizado con la fuente nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) mostro el máximo ingreso neto con

Q. 26,300.58, el tratamiento híbrido Sweet Corn que interactuó con el testigo que es la cero aplicación de potasio obtuvo el menor ingreso neto con un valor de Q. 2,786.97.

Cuadro 39. Análisis de presupuestos parciales en el rendimiento de mazorcas de maíz dulce en la aplicación de tres fuentes de potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.

Híbridos (factor A)	Fuente de potasio (Factor B)	Rendimientos Bandejas/ha	Costos Variables	Ingreso Bruto	Ingresos Netos
Sweet Corn	Testigo	3865.74	Q. 10,245.44	Q. 13,032.41	Q. 2,786.97
Sweet Valey	Testigo	4479.62	Q. 8,954.00	Q. 14,983.76	Q. 6,029.76
Pac 701	Testigo	4497.22	Q. 9,838.31	Q. 15,436.11	Q. 5,597.80
Sweet Valey	KCl	4624.06	Q. 14,429.92	Q. 17,011.53	Q. 2,581.61
Pac 701	KCl	5093.51	Q. 14,875.69	Q. 18,376.82	Q. 3,501.13
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5352.76	Q. 16,377.19	Q. 19,215.22	Q. 2,838.03
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5537.95	Q. 15,858.49	Q. 19,678.20	Q. 3,819.71
Sweet Corn	KCl	5787.03	Q. 15,045.66	Q. 20,335.62	Q. 5,289.96
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5549.99	Q. 16,101.50	Q. 20,793.02	Q. 4,691.52
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	6087.95	Q. 18,393.59	Q. 22,137.92	Q. 3,744.33
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	8888.88	Q. 16,491.79	Q. 34,444.41	Q. 17,952.63
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	11944.43	Q. 19,532.71	Q. 45,833.29	Q. 26,300.58

Con los resultados obtenidos se cumple con los criterios de los presupuestos parciales ya que se aumentaron los ingresos netos en varias de las interacciones de maíz dulce con alguna fuente de potasio.

### 7.11 ANÁLISIS DE DOMINANCIA

En el Cuadro 40, se presentó el análisis de dominancia por cada uno de los tratamientos, para realizar este análisis, se organizaron los tratamientos de acuerdo a un orden creciente de los costos que varían con su ingreso neto.



Cuadro 40. Análisis de Dominancia del conjunto de doce tratamientos en el rendimiento de bandejas/ha en la aplicación de diferentes fuentes de Potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Costos Variables	Ingresos Netos	Dominancia
Sweet Valey	Testigo	Q. 8,954.00	Q. 6,029.76	ND
Pac 701	Testigo	Q. 9,838.31	Q. 5,597.80	D
Sweet Corn	Testigo	Q. 10,245.44	Q. 2,786.97	D
Sweet Valey	KCl	Q. 14,429.92	Q. 2,581.61	D
Pac 701	KCl	Q. 14,875.69	Q. 3,501.13	D
Sweet Corn	KCl	Q. 15,045.66	Q. 5,289.96	D
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Q. 15,858.49	Q. 3,819.71	D
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Q. 16,101.50	Q. 4,691.52	D
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Q. 16,377.19	Q. 2,838.03	D
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	Q. 16,491.79	Q. 17,952.63	ND
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	Q. 18,393.59	Q. 3,744.33	D
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	Q. 19,532.71	Q. 26,300.58	ND

Como se observa en el Cuadro 40, el tratamiento donde se cosecho el híbrido Pac 701 interactuando con el testigo, presento el menor costo variable que es de Q. 8,954.00 y un ingreso neto de Q. 6,029.76 (siempre el primer tratamiento es no dominado “ND”), posteriormente los tratamientos donde interactuaron los híbridos Sweet Valey y Sweet Corn con el testigo tienen cada uno mayores costos variables, sin embargo los ingresos netos respectivos son menores que el primer tratamiento, por lo tanto son tratamientos dominados “D”, es decir que a mayor costo variable menor o igual Ingreso Neto.

Los tratamientos que resultaron dominados no deben de tomarse en cuenta para análisis posteriores.

## 7.12 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 41, el estudio rentabilidad muestra que al interactuar el híbrido Sweet Valey con la fuente nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) se va a

obtener un mayor beneficio económico con una rentabilidad de 135%. La segunda opción es la interacción del híbrido Pac 701 con nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) con un 109% de rentabilidad y las más bajas opciones fue la del híbrido Sweet Valey con el testigo con una rentabilidad del 67%.

Cuadro 41. Análisis de Rentabilidad en el rendimiento de bandejas/ha en la aplicación de diferentes fuentes de Potasio en la producción de tres híbridos de maíz dulce; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Costos Variables	Ingreso Netos	Rentabilidad
Sweet Valey	Testigo	Q. 8,954.00	Q. 6,029.76	67%
Pac 701	$\text{KNO}_3$	Q. 16,491.79	Q. 17,952.63	109%
Sweet Valey	$\text{KNO}_3$	Q. 19,532.71	Q. 26,300.58	135%

## 8. CONCLUSIONES

El rendimiento de mazorcas de maíz dulce expresado en kilogramos por hectárea fue afectado por las fuentes de potasio, ya que estas influyeron al superar los rendimientos del testigo. Siendo el mejor tratamiento la interacción del híbrido Sweet Valey con la fuente Nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) con un rendimiento de 3,903 Kg/ha. Por lo que se acepta la hipótesis alterna uno.

De acuerdo a los tratamientos en estudio, en lo que respecta al contenido de sólidos solubles en los híbridos de maíz dulce, se obtuvieron efectos significativos en relación al testigo ya que al utilizar alguna fuente de potasio y en especial la de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) que al interactuar con el híbrido Sweet Valey produjo el mayor contenido de sólidos solubles con un promedio total de 16.37 grados Brix, por lo que se acepta la hipótesis de que al menos una de las tres fuentes de potasio aumentara la concentración de azúcares.

En relación al análisis de rentabilidad, se concluye que el tratamiento donde se cultivó el híbrido Sweet Valey y se fertilizó con la fuente nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), es el más rentable ya que pudo obtener una ganancia económica del 135%. Seguido de la interacción del Híbrido Pac 701 y fertilizarlo igualmente con la fuente nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) con un beneficio económico del 109%.

## 9. RECOMENDACIONES

A los agricultores del municipio de Joyabaj y de lugares que tengan condiciones agroecológicas similares, que se dedican a la producción de maíz dulce, para obtener el mayor rendimiento y beneficio económico, se les recomienda cultivar el híbrido de maíz dulce Sweet Valey y fertilizarlo con la fuente nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) aplicando 363.63 kg/ha, ya que de ésta forma podrán obtener la mayor rentabilidad, por cada quetzal que inviertan.

Se recomienda elaborar una investigación sobre las densidades adecuadas de siembra para los híbridos de maíz dulce y la mejor dosis de fertilización a base de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) ya que esta fuente es la que puede mejorar los rendimientos en relación a los kilogramos por hectárea.

Se recomienda darle continuidad a la presente investigación para encontrar que elementos de nutrición son necesarios, además del potasio, para la no degradación de la sacarosa, en términos de grados Brix en el manejo post cosecha de la mazorca.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cardona, J. (1999). *Cultivo de Maiz en Guatemala*. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.

Cásseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. Costa Rica: 3a ed. San Jose, CR: IICA.

*El Bruixot*. (15 de mayo de 2012). Obtenido de <http://www.elbruixot.com/semillasdemaria/grados-brix-el-secreto-de-una-planta-bien-alimentada/>

Fertiquisa. (6 de Abril de 2011). Obtenido de [www.isquisa.com](http://www.isquisa.com)

*Fundación Eroski*. (05 de Mayo de 2012). Obtenido de <http://www.consumer.es/web/alimentación/aprenderacomerbien/guíaalimentos/cerealesyderivados>

Gros, A. (1996). *Guía práctica de fertilización*. España: 3a edición mundi-españa.

Helgeson, E. (1957). *La lucha contra las malas hierbas*. Roma: FAO, (Colección FAO, Estudios Agropecuarios no. 36).

INPOFOS. (2003). *INPOFOS Instituto de la Potasa y el Fósforo*. Obtenido de [http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/C341802D8B22A67D06256B5A00656E2B](http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/C341802D8B22A67D06256B5A00656E2B)

Jugenheimer, R. (1988). *Variedades de Maiz mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. Mexico: Limusa.

Juscafresca, B. (1974). *Maiz y Sorgo*. Barcelona: Sherrahima.

Macua, J. (16 de mayo de 2011). Obtenido de [www.navarriagraria.com/n160/armaizdu.pdf](http://www.navarriagraria.com/n160/armaizdu.pdf)

Marroquin, D. (1995). *Manejo del cultivo Elote Dulce (Zea Mays var. Saccharata) bajo sistema de riego por goteo*. Guatemala.

Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. California, USA: Second edition, Academic Press.

Navarro, S. (1984). *El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. España: Academia S.L. León 2da edición.

Núñez. (1990). *Tecnología y uso de fertilizantes*. Mexico D.F.: CEDAF\_CP Montecillo.

Paz, R. (2016). *Diseño y Análisis de Experimentos Agrícolas*. Quetzaltenango: Quinta Edición.

Reyes Castañeda, P. (1982). *Diseño de experimentos aplicados*. Mexico D.F.: Trillas S.A.

Roberts. (1991). *Efecto del potasio en la síntesis de azúcares*. Tegucigalpa Honduras.

Rodríguez, S. (1982). *Fertilización y Nutrición Vegetal*. Mexico D.F.: AGT Editor S.A.

Sandoval Gomez, F. (2004). *Comparación agronómica del método de siembra directa (Semilla) e indirecta (Pilon) de Miaz Dulce en cinco localidades de Monjas, Jalapa*. Jalapa, Guatemala.

Villatoro de Leon, E. A. (2005). *Efectos de lodos provenientes de plantas de tratamiento sobre maíz dulce*. Guatemala.

Wolford, R. (2002). *Mazi Dulce*. Illinois.

## 11. ANEXO

Anexo 1. Datos de campo, para la variable rendimiento de mazorcas (kg/ha) en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	2330	2240	2463	2130	9163.00	2290.75
Pac 701	KCl	2461	2340	2510	2313	9624.00	2406.00
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	3550	3760	3608	3805	14723.00	3680.75
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2890	3005	3070	2968	11933.00	2983.25
Sweet Corn	Testigo	1542	1370	1610	1508	6030.00	1507.50
Sweet Corn	KCl	2630	2450	2574	2395	10049.00	2512.25
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	3365	3395	3515	3365	13640.00	3410.00
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2881	2820	2813	2870	11384.00	2846.00
Sweet Valey	Testigo	2570	2710	2640	2730	10650.00	2662.50
Sweet Valey	KCl	2820	2800	2788	2807	11215.00	2803.75
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	3997	4280	3588	3750	15615.00	3903.75
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2828	2690	2880	2800	11198.00	2799.50
	total	33864	33860	34059	33441	135224.00	2817.17



Anexo 2. Datos de campo, para la variable concentración de sólidos solubles en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	14.00	13.75	13.94	14.00	55.69	13.92
Pac 701	KCl	15.00	15.00	15.00	15.00	60.00	15.00
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	15.00	14.75	14.94	15.00	59.69	14.92
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.00	15.00	15.00	15.00	60.00	15.00
Sweet Corn	Testigo	15.00	14.00	14.50	14.63	58.13	14.53
Sweet Corn	KCl	16.00	16.00	16.00	16.00	64.00	16.00
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	16.00	16.00	16.00	16.00	64.00	16.00
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.00	16.00	16.31	16.25	64.56	16.14
Sweet Valey	Testigo	15.00	15.00	15.25	15.31	60.56	15.14
Sweet Valey	KCl	16.00	16.00	15.75	15.94	63.69	15.92
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	16.25	16.75	16.50	16.00	65.50	16.38
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.00	15.50	15.63	16.00	62.13	15.53
total		184.25	183.75	184.82	185.13	737.95	11.53

Anexo 3. Datos de campo, para la variable número de mazorcas por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiché, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	22222.22	11851.85	19259.26	17777.78	71111.11	17988.8889
Pac 701	KCl	22222.22	17777.78	20740.74	20740.74	81481.48	20374.0741
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	37037.04	34074.07	35555.56	32592.59	139259.26	35555.5556
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22222.22	23703.70	23703.70	25185.19	94814.81	22151.8519
Sweet Corn	Testigo	16296.30	13333.33	14814.81	14814.81	59259.26	15462.963
Sweet Corn	KCl	26666.67	22222.22	23703.70	22222.22	94814.81	23148.1481
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	19259.26	19259.26	23703.70	28148.15	90370.37	24351.8519
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22222.22	22222.22	19259.26	23703.70	87407.41	21411.1111
Sweet Valey	Testigo	16296.30	20740.74	17777.78	17777.78	72592.59	17918.5185
Sweet Valey	KCl	19259.26	19259.26	17777.78	19259.26	75555.56	18496.2963
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	45925.93	44444.44	42962.96	45925.93	179259.26	44814.8148
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22222.22	22222.22	20740.74	22222.22	87407.41	22200
	total	291851.8	271111.1	280000.0	290370.3	1133333.3	17708.33

Anexo 4. Datos de campo, para la variable número de mazorcas de primera calidad por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	13333.33	7407.41	12503.70	11481.48	44725.93	11181.48
Pac 701	KCl	14814.81	15555.56	16488.89	13333.33	60192.59	15048.15
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	32592.59	31111.11	35555.56	31111.11	130370.37	32592.59
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14814.81	16296.30	14814.81	16296.30	62222.22	15555.56
Sweet Corn	Testigo	8888.89	8888.89	8888.89	9259.26	35925.93	8981.48
Sweet Corn	KCl	20740.74	14814.81	16666.67	10370.37	62592.59	15648.15
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	16296.30	16666.67	18607.41	22222.22	73792.59	18448.15
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16296.30	14814.81	14814.81	16296.30	62222.22	15555.56
Sweet Valey	Testigo	8888.89	10740.74	10370.37	10370.37	40370.37	10092.59
Sweet Valey	KCl	15185.19	14814.81	14814.81	13333.33	58148.15	14537.04
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	42962.96	41481.48	41481.48	44444.44	170370.37	42592.59
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18607.41	17777.78	18148.15	19259.26	73792.59	18448.15
	total	223422.2	210370.3	223155.5	217777.7	874725.93	18223.46

Anexo 5. Datos de campo, para la variable número de mazorcas de segunda calidad por hectárea en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	8888.89	6666.67	7229.63	4444.44	27229.63	6807.41
Pac 701	KCl	5748.15	4444.44	5925.93	5185.19	21303.70	5325.93
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	4444.44	2962.96	2962.96	1481.48	11851.85	2962.96
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6296.30	6755.56	7407.41	5925.93	26385.19	6596.30
Sweet Corn	Testigo	740.74	592.59	666.67	592.59	2592.59	648.15
Sweet Corn	KCl	740.74	777.78	888.89	592.59	3000.00	750.00
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	555.56	592.59	620.74	592.59	2361.48	590.37
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	592.59	675.56	629.63	444.44	2342.22	585.56
Sweet Valey	Testigo	7407.41	7407.41	8148.15	8340.74	31303.70	7825.93
Sweet Valey	KCl	4074.07	4444.44	2962.96	4355.56	15837.04	3959.26
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	2962.96	2962.96	1481.48	1481.48	8888.89	2222.22
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4444.44	3896.30	3703.70	2962.96	15007.41	3751.85
	total	46896.30	42179.26	42628.15	36400.00	168103.70	3502.16

Anexo 6. Datos de campo, para la variable ancho de mazorca expresada en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	3.90	4.00	3.95	3.96	15.81	3.95
Pac 701	KCl	4.03	4.00	4.00	4.06	16.09	4.02
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	4.20	4.00	4.08	4.12	16.40	4.10
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.00	4.00	4.00	3.98	15.98	4.00
Sweet Corn	Testigo	4.00	4.00	3.83	4.03	15.86	3.97
Sweet Corn	KCl	4.10	4.00	4.00	4.03	16.13	4.03
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	4.06	4.00	4.00	4.05	16.11	4.03
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.12	4.00	4.08	4.10	16.30	4.08
Sweet Valey	Testigo	4.20	4.00	4.30	4.23	16.73	4.18
Sweet Valey	KCl	4.20	4.23	4.26	4.20	16.89	4.22
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	4.30	4.36	4.33	4.30	17.29	4.32
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.40	4.30	4.36	4.33	17.39	4.35
total		49.51	48.89	49.19	49.39	196.98	4.10

Anexo 7. Datos de campo, para la variable largo de mazorca expresada en cms, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	16.03	16.28	15.70	16.70	64.71	16.18
Pac 701	KCl	16.74	16.65	16.60	16.70	66.69	16.67
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	16.82	16.58	16.40	17.10	66.90	16.73
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.50	16.41	16.48	16.30	65.69	16.42
Sweet Corn	Testigo	10.40	11.00	10.77	10.68	42.85	10.71
Sweet Corn	KCl	12.30	12.15	12.00	12.24	48.69	12.17
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	12.00	11.88	11.80	12.00	47.68	11.92
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12.50	15.30	10.80	12.81	51.41	12.85
Sweet Valey	Testigo	16.00	16.13	15.70	16.40	64.23	16.06
Sweet Valey	KCl	16.80	16.60	16.72	16.48	66.60	16.65
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	19.96	17.00	16.80	19.23	72.99	18.25
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.65	16.58	16.50	16.70	66.43	16.61
total		182.70	182.56	176.27	183.34	724.87	15.10

Anexo 8. Datos de campo, para la variable altura en metros a los 60 días, en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiché, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	0.60	0.59	0.60	0.59	2.38	0.60
Pac 701	KCl	0.57	0.56	0.58	0.57	2.28	0.57
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	0.54	0.56	0.55	0.55	2.20	0.55
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.59	0.60	0.58	0.60	2.37	0.59
Sweet Corn	Testigo	0.57	0.57	0.55	0.55	2.24	0.56
Sweet Corn	KCl	0.60	0.68	0.59	0.58	2.45	0.61
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	0.56	0.56	0.56	0.56	2.24	0.56
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.69	0.68	0.67	0.64	2.68	0.65
Sweet Valey	Testigo	0.60	0.61	0.61	0.59	2.41	0.60
Sweet Valey	KCl	0.61	0.60	0.60	0.59	2.40	0.60
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	0.65	0.65	0.63	0.63	2.56	0.64
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.66	0.65	0.65	0.65	2.61	0.67
total		7.24	7.31	7.17	7.10	28.82	0.45

Anexo 9. Datos de campo, para la variable altura en metros a los 90 días en la producción de tres híbridos de maíz dulce bajo la fertilización de tres fuentes de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

Factor A	Factor B	Bloques				Suma total	Media
		1	2	3	4		
Pac 701	Testigo	1.45	1.47	1.48	1.48	5.88	1.47
Pac 701	KCl	1.39	1.41	1.4	1.42	5.62	1.41
Pac 701	KNO <sub>3</sub>	1.55	1.56	1.55	1.51	6.17	1.54
Pac 701	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.51	1.55	1.53	1.55	6.14	1.54
Sweet Corn	Testigo	0.94	0.94	0.92	0.93	3.73	0.93
Sweet Corn	KCl	0.98	0.94	0.94	0.9	3.76	0.94
Sweet Corn	KNO <sub>3</sub>	0.98	1.19	1.14	0.95	4.26	1.07
Sweet Corn	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.96	0.97	0.96	0.94	3.83	0.96
Sweet Valey	Testigo	1.53	1.55	1.54	1.56	6.18	1.55
Sweet Valey	KCl	1.36	1.31	1.62	0.59	4.88	1.22
Sweet Valey	KNO <sub>3</sub>	1.5	1.39	1.52	1.55	5.96	1.49
Sweet Valey	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.59	1.54	1.58	1.53	6.24	1.56
total		15.74	15.82	16.18	14.91	62.65	0.98



Anexo 10. Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más el testigo, Joyabaj; Quiché, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q6,899.31</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	0	Q40.00	Q0.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		4497.22	Q0.25	Q1,124.31
0 Potasio	Kg	0	Q0.00	Q0.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Pac 701)	Libra	12	Q175.00	Q2,100.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	344.97	Q344.97
Imprevistos		5	344.97	Q344.97
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q9,838.31</b>
Producción 1era Clase	Bandeja	2795.37	Q4.00	Q11,181.48
producción 2da Clase	Bandeja	1701.85	Q2.50	Q4,254.63
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q15,436.11</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q5,597.80</b>

Anexo 11. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más el testigo; Joyabaj, Quiché, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q7,306.44</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	0	Q40.00	Q0.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		3865.74	Q0.25	Q966.44
0 potasio	Kg	0	Q0.00	Q0.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Sweet C.)	Libra	13.00	Q205.00	Q2,665.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	365.32	Q365.32
Imprevistos		5	365.32	Q365.32
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q10,245.44</b>
producción 1era Clase	Bandeja	2245.37	Q4.00	Q8,981.48
producción 2da Clase	Bandeja	1620.37	Q2.50	Q4,050.93
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q13,032.41</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q2,786.97</b>

Anexo 12. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más el testigo; Joyabaj, Quiché, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q6,015.00</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	0	Q40.00	Q0.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		4479.62	Q0.25	Q1,119.91
0 potasio	Kg	0	Q0.00	Q0.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Sweet V.)	Libra	13.00	Q180.00	Q2,340.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	300.75	Q300.75
Imprevistos		5	300.75	Q300.75
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q8,954.00</b>
producción 1era Clase	Bandeja	2523.14	Q4.00	Q10,092.56
producción 2da Clase	Bandeja	1956.48	Q2.50	Q4,891.20
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q14,983.76</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q6,029.76</b>

Anexo 13. Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q11,368.28</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		5093.51	Q0.25	Q1,273.38
Cloruro de potasio	Kg	266.66	Q15.00	Q3,999.90
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Pac 701)	Libra	12	Q175.00	Q2,100.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q3,507.41</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	568.41	Q568.41
Imprevistos		5	568.41	Q568.41
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q14,875.69</b>
producción 1era Clase	Bandeja	3762.03	Q4.00	Q15,048.12
producción 2da Clase	Bandeja	1331.48	Q2.50	Q3,328.70
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q18,376.82</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q3,501.13</b>

Anexo 14. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q12,106.66</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		5787.03	Q0.25	Q1,446.76
Cloruro de potasio	Kg	266.66	Q15.00	Q3,999.90
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Sweet C.)	Libra	13.00	Q205.00	Q2,665.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	605.33	Q605.33
Imprevistos		5	605.33	Q605.33
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q15,045.66</b>
producción 1era Clase	Bandeja	3912.03	Q4.00	Q15,648.12
producción 2da Clase	Bandeja	1875	Q2.50	Q4,687.50
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q20,335.62</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q5,289.96</b>

Anexo 15. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Cloruro de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q11,490.92</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		4624.06	Q0.25	Q1,156.02
Cloruro de potasio	Kg	266.66	Q15.00	Q3,999.90
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Sweet V.)	Libra	13.00	Q180.00	Q2,340.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	574.55	Q574.55
Imprevistos		5	574.55	Q574.55
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q14,429.92</b>
producción 1era Clase	Bandeja	3634.25	Q4.00	Q14,537.00
producción 2da Clase	Bandeja	989.81	Q2.50	Q2,474.53
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q17,011.53</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q2,581.61</b>

Anexo 16. Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q13,552.79</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		740.74	Q0.25	Q185.19
Nitrato de potasio	Kg	363.63	Q20.00	Q7,272.60
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Pac 701)	Libra	12	Q175.00	Q2,100.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	677.64	Q677.64
Imprevistos		5	677.64	Q677.64
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q16,491.79</b>
producción 1era Clase	Bandeja	8148.14	Q4.00	Q32,592.56
producción 2da Clase	Bandeja	740.74	Q2.50	Q1,851.85
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q34,444.41</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q17,952.63</b>

Anexo 17. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q15,454.59</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		6087.95	Q0.25	Q1,521.99
Nitrato de potasio	Kg	363.63	Q20.00	Q7,272.60
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Sweet C.)	Libra	13.00	Q205.00	Q2,665.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	772.73	Q772.73
Imprevistos		5	772.73	Q772.73
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q18,393.59</b>
producción 1era Clase	Bandeja	4612.03	Q4.00	Q18,448.12
producción 2da Clase	Bandeja	1475.92	Q2.50	Q3,689.80
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q22,137.92</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q3,744.33</b>



Anexo 18. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Nitrato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q16,593.71</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		11944.43	Q0.25	Q2,986.11
Nitrato de potasio	Kg	363.63	Q20.00	Q7,272.60
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Sweet V.)	Libra	13.00	Q180.00	Q2,340.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	829.69	Q829.69
Imprevistos		5	829.69	Q829.69
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q19,532.71</b>
producción 1era Clase	Bandeja	10648.14	Q4.00	Q42,592.56
producción 2da Clase	Bandeja	1296.29	Q2.50	Q3,240.73
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q45,833.29</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q26,300.58</b>

Anexo 19. Análisis económico del tratamiento Híbrido Pac 701 más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q12,919.49</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		5537.95	Q0.25	Q1,384.49
Sulfato de potasio	Kg	320	Q17.00	Q5,440.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Pac 701)	Libra	12	Q175.00	Q2,100.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	645.97	Q645.97
Imprevistos		5	645.97	Q645.97
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q15,858.49</b>
producción 1era Clase	Bandeja	3888.88	Q4.00	Q15,555.52
producción 2da Clase	Bandeja	1649.07	Q2.50	Q4,122.68
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q19,678.20</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q3,819.71</b>

Anexo 20. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Corn más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q13,438.19</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		5352.76	Q0.25	Q1,338.19
Sulfato de potasio	Kg	320	Q17.00	Q5,440.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (híbrido Sweet C.)	Libra	13.00	Q205.00	Q2,665.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	671.91	Q671.91
Imprevistos		5	671.91	Q671.91
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q16,377.19</b>
producción 1era Clase	Bandeja	3888.88	Q4.00	Q15,555.52
producción 2da Clase	Bandeja	1463.88	Q2.50	Q3,659.70
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q19,215.22</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q2,838.03</b>

Anexo 21. Análisis económico del tratamiento Híbrido Sweet Valey más la fuente Sulfato de Potasio; Joyabaj, Quiche, 2013.

<b>COSTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q13,162.50</b>
Preparación del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Surqueado del suelo	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Siembra	Jornales	10	Q40.00	Q400.00
Limpia	Jornales	12	Q40.00	Q480.00
Control Fitosanitario	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Fertilización	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Cosecha	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Empaque/bandeja		5549.99	Q0.25	Q1,387.50
Sulfato de potasio	Kg	320	Q17.00	Q5,440.00
insecticida	Litros	5	Q125.00	Q625.00
Semilla (hibrido Sweet V.)	Libra	13.00	Q180.00	Q2,340.00
Toma de Datos en Campo	Jornales	8	Q40.00	Q320.00
Análisis de suelo	Jornal	1	Q250.00	Q250.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>Q2,939.00</b>
Arrendamiento	Ha	1	Q1,150.00	Q1,150.00
Refractómetro	Unidad	1	Q1,250.00	Q1,250.00
Asperjadora Manual	Unidad	1	Q350.00	Q350.00
Herramienta (azadón, pala, otros)	Unidad	1	Q189.00	Q189.00
Administración		5	658.12	Q658.12
Imprevistos		5	658.12	Q658.12
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>Q16,101.50</b>
producción 1era Clase	Bandeja	4612.03	Q4.00	Q18,448.12
producción 2da Clase	Bandeja	937.96	Q2.50	Q2,344.90
<b>Ingreso Bruto</b>				<b>Q20,793.02</b>
<b>Ingreso Neto</b>				<b>Q4,691.52</b>

## Anexo 22 Análisis de suelos. Joyabaj, Quiche 2011.

ORDEN: 18 - 3493 ANÁLISIS: AS-2  
 PROPIETARIO: FRANCISCO JAVIER NATARENO,  
 FINCA: PAJARO PLATA  
 LOCALIZACIÓN: JOYABAJ EL QUICHE  
 ENTREGA: Otro método de entrega.  
 CULTIVO: MAIZ DULCE



Fecha de Ingreso: 25/07/2011 Fecha de Entrega: 01/08/2011

### Informe de Resultados de Análisis de Suelos

Identificación de la Muestra		mg/L										%	
No.	Niveles Adecuados ---->	pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	*A.I	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.
20961	MUESTRA UNICA	6.90	2.38	0.39	4.32	0.58	0.03	0.03	0.68	26.00	10.60	0.20	1.63

\*A.I. = Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

\*M.O. = Materia Orgánica

\*C.S. = Concentración de sales

Identificación de la Muestra		Cmol(+)/L					Equilibrio de Bases				Nomenclatura
Muestra	Niveles Adecuados >	*CICe	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	Al = Aluminio
20961	MUESTRA UNICA	5.32	7.33	81.20	10.90	0.56	11.08	1.49	7.45	12.56	Mg = Magnesio

\*CICe=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

■ = Bajo o Fuera de Rango  
■ = Adecuado  
■ = Alto  
 K = Potasio

pH: método de Potenciometría, relación 1:2.5 - Suelo:Agua

Solución extractante para Fósforo: OLSEN MODIFICADO, metodología espectrofotometría UV-Visible

Solución extractante para Potasio con : OLSEN MODIFICADO, metodología espectrofotometría absorción atómica

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con : DTPA (ácido dietilentiáminopentacético), metodología espectrofotometría absorción atómica

Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, metodología espectrofotometría absorción atómica

Solución extractante para Acidez Intercambiable y Aluminio con : KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Materia orgánica: Método de Walkley y Black

- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Ing. Humberto Jiménez  
 Coordinador de Analab