

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
CUATRO VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens* L.) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO, MALLA SOMBRA Y A
CAMPO ABIERTO EN LA COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS**

Por:

MOISÉS MARTÍNEZ BUDIA

Tesis de grado presentada a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

M. Sc. Ing. José Lindolfo Laime Nieves

PROFESOR GUÍA

M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

M.sc. Ing. Ismael Acosta Galarza

TRIBUNAL

M.sc. Ing. Yerko Sfarcich Ruiz

TRIBUNAL

M.sc. Ing. José Ariel Villena Morales

TRIBUNAL

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad únicamente del (la) autor (a).

DEDICATORIA

A Dios por ser guía y mi fortaleza y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres por el amor, confianza, al apoyo incondicional en la conclusión de mi carrera profesional, esfuerzo y sacrificio que siempre me brindan.

A mi comunidad de San Andrés y a mi facultad de agronomía por haberme acogido y darme la oportunidad de realizar mi investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la salud, la bendición, guiarme por el camino de la sabiduría y darme fortaleza para superar los obstáculos y dificultades que se presentan en mi vida.

A mis padres por todo su apoyo, confianza a mi persona y por brindarme su apoyo económico y moral, haciendo posible la realización de mi formación profesional.

A mi hna. Elizabeth y Roxana y hno. Rodolfo y Josué. por apoyo incondicional, por su cariño y comprensión, por sus consejos lo cual me ayudaron a seguir adelante con mi trabajo de investigación.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales por haberme acogido y llenarme de conocimientos y fortalecimiento mi formación profesional. Y al plantel docente por brindarme sus conocimientos.

A mi distinguido asesor Ing. José Laine un sincero agradecimiento, por su orientación, comprensión, valiosos consejos y colaboración en el trabajo de investigación. También un sincero agradecimiento al Ing. Víctor Zenteno por su colaboración.

A los distinguidos miembros del tribunal, agradecerles por sus acertadas sugerencias y observaciones que enriquecieron el presente trabajo de investigación.

A todos mis queridos amigos de la universidad que me brindaron su amistad, por su apoyo y consejos para la culminación del trabajo de la tesis como Limber, Maraz, Yilda, Erika y Patty. También a todas las personas que no mencioné específicamente pero que de alguna manera contribuyeron a mi éxito académico.

ÍNDICE GENERAL

Páginas

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
HIPÓTESIS.....	5

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL APIO.....	6
1.2. ORIGEN.....	6
1.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	7
1.4. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE APIO.....	7
1.5. VALOR NUTRITIVO.....	7
1.6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	8
1.7. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	9
1.8. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA O MORFOLÓGICA DEL APIO.....	9
1.8.1. Planta.....	9
1.8.2. Raíz.....	9

1.8.3. Tallo.....	10
1.8.4. Hojas.....	10
1.8.5. Inflorescencia	10
1.8.6. Flores.....	10
1.8.7. Frutos.....	10
1.8.8. Semillas.....	11
1.9. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO.....	11
1.9.1. Germinación y emergencia.....	11
1.9.2. Crecimiento vegetativo.....	12
1.9.3. Floración.....	12
1.9.4. Bolting o floración prematura.....	12
1.10. CICLO DEL CULTIVO DE APIO.....	13
1.11. TIPOS Y CULTIVARES.....	13
1.11.1. a) Variedades verdes:.....	13
1.11.2. b) variedades doradas o de autobloqueo:.....	14
1.12. VARIEDADES DE APIO EN ESTUDIO.....	14
1.12.1. Característica de variedades verdes.....	14
1.13. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL CULTIVO.....	15
1.13.1. Requerimientos climáticos.....	15
1.13.2. Requerimientos edáficos.....	16
1.13.3. Requerimiento de fertilización.....	17
1.13.4. Requerimientos hídricos.....	17
1.14. LABORES CULTURALES DEL APIO O MANEJO AGRONÓMICO.....	18

1.14.1. Preparación del terreno.....	18
1.14.2. Establecimiento del cultivo de almácigos e semilleros.....	18
1.14.3. Siembra.....	19
1.14.4. Épocas de siembra.....	19
1.14.5. Trasplante.....	19
1.14.6. Reposición de fallas.....	20
1.14.7. Binas y aporcadas.....	20
1.14.8. Desyerbe o escarda.....	20
1.14.9. Control de malezas.....	21
1.14.10. Riego.....	21
1.14.11. Fertilización o abonado.....	21
1.14.12. Blanqueo:.....	22
1.14.13. Aplicación de giberelinas:.....	22
1.15. ACCIDENTES Y FISIOPATIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	22
1.15.1. Accidentes y fisiopatías.....	22
1.15.2. Plagas.....	23
1.15.3. Enfermedades.....	23
1.16. COSECHA.....	24
1.16.1. Rendimiento.....	25
1.16.2. Índices de calidad.....	25
1.17. PRODUCCIÓN EN INVERNADERO.....	25
1.18. PRODUCCIÓN EN MALLA SOMBRA.....	27
1.19. PRODUCCIÓN A CAMPO ABIERTO O AL AIRE LIBRE.....	28

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.	2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1.	LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	29
2.1.1.	Mapa del área de estudio.....	29
2.1.2.	Colindantes de la comunidad de San Andrés.....	30
2.2.	CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA.....	30
2.2.1.	Condiciones de clima.....	30
2.2.2.	Temperatura.....	30
2.2.3.	Precipitación.....	30
2.2.4.	Suelos.....	30
2.2.5.	Vegetación de la zona.....	31
2.2.6.	Producción agrícola de la zona.....	31
2.3.	MATERIALES.....	32
2.3.1.	Material Vegetal.....	32
2.3.2.	Material de campo.....	32
2.3.3.	Material de gabinete.....	32
2.3.4.	Insumos.....	32
2.4.	METODOLOGÍA.....	33
2.4.1.	Diseño experimental.....	33
2.4.2.	Factores de estudio.....	33
2.4.3.	Número de tratamientos, Interacción de los tratamientos.....	33
2.4.4.	Características del área experimental.....	34

2.4.5. Diseño de campo experimental de las unidades experimentales por tratamientos.....	35
2.5. VARIABLES DE RESPUESTA.....	36
2.5.1. Altura de la planta en cm.....	36
2.5.2. Ancho de la hoja en cm.....	36
2.5.3. Número de peciolos por planta.....	36
2.5.4. Diámetro de la planta en cm.....	36
2.5.5. Rendimiento.....	36
2.5.6. Variables económicas.....	36
2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	37
2.6.1. Toma de muestras de suelo.....	37
2.6.2. Preparación del terreno.....	37
2.6.3. Preparación de Semillero en bandejas.....	37
2.6.4. Trasplante.....	38
2.6.5. Riego.....	38
2.6.6. Carpida y Aporque.....	38
2.6.7. Fertilización.....	39
2.6.8. Control de malezas.....	39
2.6.9. Control fitosanitario.....	39
2.6.10. Cosecha.....	40

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.	3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
3.1.	VARIABLE DE ESTUDIO ANCHO DE LA HOJA(CM) A LOS 30, 60, 90 DÍAS.....	41
3.1.1.	Variable de estudio ancho de la hoja(cm) a los 30 días.....	41
3.1.2.	Variable de estudio ancho de la hoja (cm) a los 60 días.....	45
3.1.3.	Variable de estudio ancho de la hoja(cm) a los 90 días.....	48
3.2.	VARIABLE DE ESTUDIO NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA LOS 30, 60, 90 DÍAS.....	52
3.2.1.	Variable de estudio número de hojas a los 30 días.....	52
3.2.2.	Variable de estudio número de hojas a los 60 días.....	55
3.2.3.	Variable de estudio número de hojas a los 90 días.....	59
3.3.	VARIABLE DE ESTUDIO DIÁMETRO (CM)DE LA PLANTA DE APIO A LOS 30, 60, 90 DÍAS.....	62
3.3.1.	Variable: Diámetro (cm) de la planta (30 días).....	62
3.3.2.	Variable: Diámetro (cm) de la planta (60 días).....	65
3.3.3.	Variable: Diámetro (cm) de la planta (90 días).....	68
3.4.	VARIABLE DE ESTUDIO ALTURA DE LA PLANTA(CM) DE APIO A LOS 30, 60, 90 DÍAS	72
3.4.1.	Variable: altura de la planta (cm) a los 30 días.....	72
3.4.2.	Variable: altura de la planta (cm) a los 60 días.....	75
3.4.3.	Variable: altura de la planta (cm) a los 90 días.....	78

3.5. VARIABLE DE ESTUDIO ANCHO DE LA HOJA(CM) DE LAS COSECHAS.....	83
3.5.1. Variable de estudio ancho de la hoja(cm) de las 1,2,3,4 y 5 cosechas.....	83
3.5.2. Variable de estudio ancho de la hoja(cm) de las cosechas.....	84
3.6. VARIABLE DE ESTUDIO NÚMERO DE HOJAS DE LAS COSECHAS.....	88
3.6.1. Variable de estudio número de hojas de la 1,2,3,4 y 5 cosecha.....	88
3.6.2. Variable de estudio número de hojas de las cosechas.....	89
3.7. VARIABLE DE ESTUDIO ALTURA DE PLANTA(CM) DE LAS COSECHAS.....	93
3.7.1. Variable de estudio altura de la planta(cm) de la 1,2,3,4 y 5 cosecha.....	93
3.7.2. Variable de estudio altura de la planta(cm) de las cosechas	94
3.8. VARIABLE DE ESTUDIO RENDIMIENTO KG/M2 DE LAS COSECHAS..	99
3.8.1. Variable de estudio rendimiento kg/m2 de la 1,2,3,4 y 5 cosecha.....	99
3.8.2. Variable de estudio rendimiento kg/m2 de las cosechas.....	100
3.9. VARIABLES ECONÓMICAS.....	104
3.9.1. Costos de producción.....	104
3.9.2. Ingresos de la producción del cultivo de apio.....	104
3.9.3. Relación Beneficio/ costo.....	106

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.	4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
4.1.	Conclusiones.....	109
4.2.	Recomendaciones.....	110
	BIBLIOGRAFÍA.....	112
	ANEXOS.....	121
	ANEXO I. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE APIO EN INVERNADERO.....	121
	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE APIO EN MALLA MEDIA SOMBRA.....	129
	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE APIO EN CAMPO ABIERTO.....	137
	ANEXO II ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE SUELOS.....	145
	ANEXOS III. Datos del SENAMHI.....	147
	ANEXOS IV. MEMORIA FOTOGRÁFICA.....	148

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro N° 1 Composición de nutricional.....	8
Cuadro N° 2 Clasificación taxonómica del apio.....	8
Cuadro N° 3 Productos fitosanitarios utilizados, ingrediente activo, nombre comercial.....	41
Cuadro N° 4 Ancho de la hoja para los 30 días.....	42
Cuadro N° 5 Interacción Variedad/Ambientes.....	43
Cuadro N° 6 Análisis de varianza para el ancho de la hoja a los 30 días.....	43
Cuadro N° 7 Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja a los 30 días.....	55
Cuadro N° 8 Ancho de la hoja para los 60 días.....	53
Cuadro N° 9 Interacción Variedad/Ambientes.....	54
Cuadro N° 10 Análisis de varianza para el ancho de la hoja a los 60 días.....	54
Cuadro N° 11 Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja a los 60 días.....	55
Cuadro N° 12 Ancho de la hoja para los 90 días.....	53
Cuadro N° 13 Interacción Variedad/Ambientes.....	54
Cuadro N° 14 Análisis de varianza para el ancho de la hoja a los 90 días.....	54
Cuadro N° 15 Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja a los 90 días.....	55
Cuadro N° 16 Número de hojas por planta a los 30 días.....	56
Cuadro N.º 17 Interacción Variedad/Ambientes.....	57
Cuadro N.º 18 Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días.....	57
Cuadro N° 19 Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas a los 30 días.....	58
Cuadro N° 20 número de hojas por planta a los 60 días.....	67
Cuadro N° 21 Interacción Variedad/Ambientes.....	68
Cuadro N° 22 Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días.....	68
Cuadro N° 23 Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas a los 60 días.....	69
Cuadro N° 24 número de hojas por planta a los 90 días.....	70
Cuadro N° 25 Interacción Variedad/Ambientes.....	71

Cuadro N° 26 Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días.....	71
Cuadro N° 27 Diámetro de la macolla de la planta a los 30 días.....	74
Cuadro N° 28 Interacción Variedad/Ambientes.....	74
Cuadro N° 29 Análisis de varianza para diámetro de la macolla de la planta a los 30 días.....	75
Cuadro N° 30 Prueba de Duncan (5%) para diámetro de la macolla de la planta a los 30 días.....	75
Cuadro N° 31 Diámetro de la macolla de la planta a los 60 días.....	77
Cuadro N° 32 Interacción Variedad/Ambientes.....	77
Cuadro N° 33 Análisis de varianza para diámetro de la macolla de la planta a los 60 días.....	78
Cuadro N° 34 Prueba de Duncan (5%) para diámetro de la macolla de la planta a los 60 días.....	78
Cuadro N° 35 Diámetro de la macolla de la planta a los 90 días.....	80
Cuadro N° 36 Interacción Variedad/Ambientes.....	80
Cuadro N° 37 Análisis de varianza para diámetro de la macolla de la planta a los 90 días.....	81
Cuadro N° 38 Prueba de Duncan (5%) para diámetro de la macolla de la planta a los 90 días.....	81
Cuadro N° 39 Altura de la planta a los 30 días.....	84
Cuadro N° 40 Interacción Variedad/Ambientes.....	84
Cuadro N° 41 Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 días.....	85
Cuadro N° 42 Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta a los 30 días.....	85
Cuadro N° 43 Altura de la planta a los 60 días.....	87
Cuadro N° 44 Interacción Variedad/Ambientes.....	87
Cuadro N° 45 Análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días.....	88
Cuadro N° 46 Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta a los 60 días.....	88
Cuadro N° 47 Altura de la planta a los 90 días.....	90
Cuadro N° 48 Interacción Variedad/Ambientes.....	90
Cuadro N° 49 Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días.....	91

Cuadro N° 50 Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta a los 90 días.....	91
Cuadro N° 51 Ancho de la hoja por planta de las cosechas.....	95
Cuadro N° 52 Interacción Variedad/Ambientes.....	95
Cuadro N° 53 Análisis de varianza para el ancho de la hoja de las cosechas.....	95
Cuadro N° 54 Prueba de Duncan (5%) para el ancho de la hoja	96
Cuadro N° 55 Numero de hojas por planta de las cosechas.....	99
Cuadro N° 56 Interacción Variedad/Ambientes.....	99
Cuadro N° 57 Análisis de varianza para número de hojas de las cosechas.....	100
Cuadro N° 58 Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas	100
Cuadro N° 59 Altura de la planta de las cosechas.....	103
Cuadro N° 60 Interacción Variedad/Ambientes.....	103
Cuadro N° 61 Análisis de varianza para la altura de planta de las cosechas.....	104
Cuadro N° 62 Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta	104
Cuadro N° 63 Rendimiento kg/m ² del cultivo de apio las cosechas	107
Cuadro N° 64 Interacción Variedad/Ambientes.....	107
Cuadro N° 65 Análisis de varianza para el rendimiento (kg/m ²) de todas de las cosechas.....	108
Cuadro N° 66 Prueba de Duncan (5%) para el rendimiento (kg/m ²) de las cosechas.....	108
Cuadro N° 67 Rendimiento total del cultivo de apio en las 5 cosechas kg/m ²	110
Cuadro N° 68 ingreso bruto de la producción de apio.....	111
Cuadro N° 69 Beneficio Neto (Bs/5,46m ²).....	112

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pag
Gráfico N.º 1 Promedio de ancho de la hoja para los diferentes tratamientos a los 30 días.....	53
Gráfico N.º 1 Promedio de ancho de la hoja para los diferentes tratamientos a los 60 días.....	56
Gráfico N.º 2 Promedio de ancho de la hoja para los diferentes tratamientos a los 90 días.....	59
Gráfico N.º 3 Promedio ancho de la hoja del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto.....	60
Gráfico N.º 4 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 30 días.....	63
Gráfico N.º 5 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 60 días.....	67
Gráfico N.º 6 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 90 días.....	69
Gráfico N.º 7 Promedio ancho de la hoja del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto.....	70
Gráfico N.º 8 Promedio de diámetro de macolla de planta para los diferentes tratamientos a los 30 días.....	73
Gráfico N.º 9 Promedio de diámetro de macolla de planta para los diferentes tratamientos a los 60 días.....	76
Gráfico N.º 10 Promedio de diámetro de macolla de planta para los diferentes tratamientos a los 90 días.....	79
Gráfico N.º 11 Promedio ancho de la hoja del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto.....	80
Gráfico N.º 12 Promedio de la altura de la planta para los diferentes tratamientos a los 30 días.....	83
Gráfico N.º 13 Promedio de la altura de la planta para los diferentes tratamientos a los 60 días.....	86
Gráfico N.º 14 Promedio de la altura de la planta para los diferentes tratamientos a los 90 días.....	89

Gráfico N.º 15 Promedio altura de la planta del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo a.....	90
Gráfico N.º 16 Promedio ancho de la hoja para los diferentes ambientes	91
Gráfico N.º 17 Promedio del ancho de la hoja de las diferentes cosechas.....	94
Gráfico N.º 18 Promedio número de hojas para los diferentes ambientes.....	95
Gráfico N.º 19 Promedio número de hojas de las diferentes cosechas.....	98
Gráfico N.º 20 Promedio altura de la planta de las diferentes cosechas en los diferentes ambientes.....	99
Gráfico N.º 21 Promedio de la altura de la planta para las diferentes cosechas.....	102
Gráfico N.º 22 rendimiento kg/m ² para las diferentes cosechas.....	103
Gráfico N.º 23 Promedio de rendimiento(kg/m ²) para los diferentes tratamientos de las cosechas.....	106
Gráfico N.º 24 Beneficio/costo para cada tratamiento en columnas.....	109

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODO

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS