

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**EFFECTO DE TRES NIVELES DE BIOL EN EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens*
L.), BAJO AMBIENTE PROTEGIDO, EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

Presentado por:
Liendo Anderson Cusi Roque

**La Paz - Bolivia
2020**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE BIOL EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE
APIO (*Apium graveolens* L.), BAJO AMBIENTE PROTEGIDO, EN
EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

*Tesis de Grado presentada como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Liendo Anderson Cusi Roque

Asesor:

Ing. Estanislao Poma Loza

Comité Revisor:

Ing. Mena Herrera Freddy Carlos

Ing. Murillo Oporto Willams Alex

Ing. Tinco Mamani Esther

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

**La Paz - Bolivia
2020**

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres y mentores quienes siempre confiaron en mí y que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, a mis hermanos y hermanas quienes siempre me dieron las fuerzas en estos años para poder concluir esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecer a Dios en primer lugar quien siempre me da fortaleza.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por acogerme en sus aulas y todos sus centros experimentales, donde aprendí el significado de la agronomía.

A mis padres que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en todo momento, a mis hermanos y hermanas que nunca me desampararon en toda mi carrera universitaria y que siempre tuvieron confianza en mí y me impulsaron a ser siempre mejor y toda mi familia que siempre me impulso.

A mis Asesor Ing. Poma Loza Estanislao quien siempre estuvo predispuesto a ayudarme incondicionalmente, con su experiencia, consejos y dedicación para el trabajo final

Al tribunal revisor conformado por el Ing., Mena Herrera Freddy Carlos, Ing. Murillo Oporto Willams Alex e Ing. Tinco Mamani Esther por las correcciones, disponibilidad de tiempo y aportes para la presentación del trabajo final.

Y agradecer a todas aquellas personas que siempre me brindaron su amistad durante mi carrera, y brindarme su compañerismo en todo momento.

INDICE DE CONTENIDO.

1. INTRODUCCION.	1
2. OBJETIVOS.	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.	2
3. REVISION LITERARIA.	2
3.1. Agricultura Orgánica	2
3.2. Importancia del cultivo.	3
3.3. Características principales del apio.	5
3.3.1. Origen.....	5
3.3.2. Clasificación taxonómica.	6
3.3.3. Descripción botánica.	7
3.3.3.1. Raíz.....	7
3.3.3.2. Tallo.....	7
3.3.3.3. Hojas.	7
3.3.3.4. Flor.	7
3.3.3.5. Semillas.....	7
3.4. Adaptabilidad del cultivo.	8
3.4.1. Almacigo.....	8
3.5. Diversidad en la especie.....	8
3.5.1. Apio verde (<i>Tall-utah 52-70</i>).	8
3.5.2. Apio blanqueado (<i>Golden blanchino</i>).....	8
3.6. Requerimiento del cultivo.....	8
3.6.1. Suelo.	8
3.6.2. Clima.	9
3.6.3. Humedad.....	9
3.6.4. Riego.	9
3.6.5. pH.....	9
3.7. Labores culturales.....	9
3.7.1. Aporque.....	9
3.7.2. Control de malezas.....	10
3.7.3. Blanqueamiento.....	10

3.7.4. Cosecha.....	10
3.8. Accidentes, Plagas y enfermedades.....	10
3.8.1. Heladas.....	10
3.8.2. Floración prematura.....	11
3.9. Plagas.....	11
3.10. Enfermedades.....	11
3.11. Sistemas atemperados.....	11
3.12. Importancia del ambiente protegido.....	12
3.14. Orientación.....	12
3.15. Variables micro climáticas en carpa solar.....	12
3.15.1. Temperatura.....	12
3.15.2. Humedad Relativa.....	13
3.15.3. Luminosidad.....	13
3.15.4. Ventilación.....	13
3.16. Abonos orgánicos.....	14
3.17. Características de los abonos orgánicos.....	14
3.18. Composición química de abonos.....	15
3.19. Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	15
3.20. Ventajas del abonamiento orgánico.....	15
3.21. Tipo de abonos orgánicos.....	16
3.21.1. Abonos orgánicos sólidos.....	16
3.21.1.1. Humus de lombriz.....	16
3.21.1.2. Bocashi.....	17
3.21.1.3. Estiércol fermentado.....	17
3.21.2. Abonos orgánicos líquidos.....	18
3.21.2.1. Abonos orgánicos líquidos anaeróbicos.....	18
3.21.2.2. Abonos orgánicos líquidos aeróbicos.....	18
3.22. Funciones de los elementos nutritivos.....	19
3.22.1. Nitrógeno.....	19
3.22.2. Fósforo.....	19
3.22.3. Potasio.....	20
3.23.4. Calcio.....	20
3.23.5. Magnesio.....	20

3.23. Biol.....	20
3.23.1 Estiércol.....	21
3.23.2. Leche.....	21
3.23.3. Agua.....	21
3.23.4. Ceniza.....	22
3.25. Composición química del Biol.....	22
3.26. Aplicación del Biol.....	22
4. LOCALIZACIÓN.....	23
4.1. Ubicación geográfica.....	23
4.2. Características de la carpa solar.....	24
4.3. Suelo de la carpa solar.....	24
4.4. Vegetación y pecuaria.....	24
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
5.1. Materiales.....	24
5.1.1. Material biológico.....	24
5.1.2. Materiales orgánico líquido.....	25
5.1.3. Material de campo.....	25
5.1.4. Material de gabinete.....	25
5.2. Diseño experimental.....	26
5.2.1. Tratamientos.....	26
5.2.2. Modelo lineal aditivo.....	27
5.3. Croquis experimental.....	28
5.4. Características del área experimental.....	29
5.5. Metodología de campo.....	29
5.5.1. Preparación del biol.....	29
5.5.2. Almacigo de semillas.....	29
5.5.3. Preparación del terreno.....	30
5.5.3.1. Remoción del terreno.....	30
5.5.3.2. Nivelación del suelo.....	30
5.5.3.3. Formación del camellón del suelo.....	30
5.5.3.4. Delimitación del área experimental.....	30
5.5.3.5. Riego.....	30
5.5.3.6. Trasplante.....	31

5.5.3.7. Control de plagas.	31
5.5.3.8. Cosecha.	31
5.6. Variables de respuesta.	31
5.6.1. Altura de la planta.	31
5.6.2. Número de pencas.	31
5.6.3. Diámetro del cuello de la raíz.	32
5.6.3. Rendimiento.	32
5.7. Variables económicas.	32
5.7.1. Ingreso Bruto (IB).	32
5.7.2. Ingreso Neto (IN).	33
5.7.3. Relación beneficio costo (B/C).	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	33
6.1. Comportamiento climático del ambiente protegido.	33
6.2. Variables de respuesta agronómica.	35
6.2.1. Altura de planta.	35
6.2.2. Diámetro del cuello de la raíz.	38
6.2.3. Numero de pencas.	41
6.2.4. Rendimiento en materia verde.	42
6.3. Comportamiento del cultivo de apio en el rendimiento.	45
6.4. Variables económicas.	46
6.4.1. Análisis económico.	46
6.4.2. Rendimiento ajustado.	47
6.4.3. Costos de producción.	47
6.4.4. Costos fijos.	48
6.4.5. Costos variables.	48
6.4.6. Análisis económico de los costos totales.	48
6.4.7. Ingreso bruto.	49
6.4.8. Ingreso neto.	49
6.5. Cálculo de relación Beneficio/Costo (B/C).	50
7. CONCLUSIONES.	51
8. RECOMENDACIONES.	52
9. BIBLIOGRAFIA.	53

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Composición del apio en 100 gr.....	5
Cuadro 2. Composición química del Biol.	22
Cuadro 3. Factores en estudio.....	26
Cuadro 4. Análisis de Varianza para altura de la planta.....	35
Cuadro 5. Comparación de medias según prueba de Duncan (Variedades).	36
Cuadro 6. Comparación de medias según prueba de Duncan (Dosis de Biol).	37
Cuadro 7. Comparación de medias según prueba de Duncan (Interacción de factores).....	37
Cuadro 8. Análisis de Varianza para el diámetro del cuello de la raíz.	38
Cuadro 9. Comparación de medias según prueba Duncan (Variedades).....	39
Cuadro 10. Comparación de medias según prueba de Duncan (Interacción de factores).....	40
Cuadro 11. Análisis de Varianza para el numero de pencas.....	41
Cuadro 12. Análisis de Varianza para el rendimiento en materia verde.	42
Cuadro 13. Comparación de medias según prueba de Duncan (Dosis de Biol). ...	44
Cuadro 14. Rendimiento segun el ciclo vegetativo.	45
Cuadro 15. Rendimiento ajustado.....	47
Cuadro 16. Costos Totales de Producción.	48
Cuadro 17. Ingreso Bruto.....	49
Cuadro 18. Relacion Beneficio Costo.....	50

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Ubicación del centro experimental Cota Cota.....	23
Figura 2. Croquis experimental.	28
Figura 3. Variación de la temperatura mínima y máxima al interior de la carpa solar, durante el desarrollo del cultivo.	34
Figura 4. Rendimiento para variedades.....	43
Figura 5. Rendimiento en Kg/m ²	46

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Toma de datos para la variable número de pencas. (primera cosecha).	58
Anexo 2. Toma de datos para la variable altura de la planta. (primera cosecha).....	58
Anexo 3. Toma de datos para la variable diámetro del cuello de la raíz. (primera cosecha).	59
Anexo 4. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (primera cosecha).	60
Anexo 5. Toma de datos para la variable número de pencas. (segunda cosecha).	61
Anexo 6. Toma de datos para la variable altura de la planta. (segunda cosecha).....	62
Anexo 7. Toma de datos para la variable diámetro del cuello de la raíz. (segunda cosecha).	62
Anexo 8. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (segunda cosecha.)	63
Anexo 9. Toma de datos de la variable número de pencas. (tercera cosecha).....	64
Anexo 10. Toma de datos para la variable altura de la planta. (tercera cosecha).	65
Anexo 11. Toma de datos para la variable diámetro del cuello de la raíz. (tercera cosecha).	66
Anexo 12. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (tercera cosecha).	66
Anexo 13. Análisis de Varianza para la variable altura de la planta.	68
Anexo 14. Análisis de Varianza para la variable diámetro del cuello de la raíz.	69
Anexo 15. Análisis de Varianza para la variable número de pencas.....	70
Anexo 16. Análisis de Varianza para la variable rendimiento en materia verde.	71
Anexo 19. Area de estudio.	72
Anexo 18. Preparación del terreno.....	72
Anexo 17. Delimitación y nivelado de la platabanda.	72
Anexo 20. Trasplante de los plantines.....	72
Anexo 21. Identificación de tratamientos.....	72
Anexo 22. Aplicación de biol.	72

Anexo 23. Labores culturales. (desmalezado).....	72
Anexo 24. Cultivo listo para la cosecha.....	72
Anexo 25. Altura de la planta.	72
Anexo 26. Cosecha.....	72
Anexo 27. Diámetro del cuello de la raíz.	72
Anexo 28. Rendimiento en materia verde.	72
Anexo 30. Rendimiento obtenido.....	72
Anexo 29. Cosecha por tratamientos.....	72

RESUMEN

La presente investigación se realizó en predios del centro experimental Cota Cota de la facultad de agronomía dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés.

Donde se utilizó una platabanda ubicada en una de las carpas de dicho centro, cuya área aproximada es de 21 m². Para el experimento se utilizó el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) en dos variedades: Golden blanchino y Tall Utah 52 – 70 que viene a ser el factor A en estudio.

El estudio tuvo como finalidad evaluar la respuesta productiva del cultivo, utilizando dos variedades de apio, ya mencionadas, aplicando tres niveles de biol (5%, 8% y 10%) respectivamente. Este último viene a ser el factor B en estudio. Para lo cual se estudió 8 tratamientos, con un diseño de bloques al azar, con arreglo bi factorial con tres repeticiones. Se evaluaron las variables de respuesta de altura de la planta, diámetro del cuello de la raíz, número de pencas, rendimiento en materia verde y el estudio del beneficio costo.

En los análisis de varianza, en el caso de la variable de respuesta altura de planta podemos se obtuvo significancia para ambos factores como también para la interacción existe entre los mismos, en la variable diámetro del cuello de la raíz para las variedades se obtuvo significancia, para los niveles de biol no se ven diferencia estadísticas y la interacción es diferente estadísticamente, en el caso de la variable número de pencas tantos para las variedades, Dosis de Biol e interacción existente entre ambos se obtuvieron resultados no significativos. Y finalmente para la variable rendimiento en materia verde, para las variedades se obtuvo un resultado no significativo lo que nos indicó que no existe diferencia entre variedades, para las Dosis de biol, se tiene un resultado que muestra significancia, lo que nos indica que los diferentes niveles de biol si incidieron directamente en el rendimiento, en la interacción existente entre ambos factores el resultado fue no significativo.

En la evaluación de las variables económicas se observó que los tratamientos T7 y T3 obtuvieron los mejores valores de beneficio costo (mayores a 1). Y de forma contraria se obtuvo pérdidas para el tratamiento T4.

SUMMARY

The present investigation was carried out in the Cota Cota experimental center of the agronomy department of the Universidad Mayor de San Andres.

Where was used a platform located in one of the tents of the center, whose approximate area is 21 m². For the experiment, the cultivation of celery (*Apium graveolens* L.) was used in two varieties: Golden Blanchino and Tall Utah 52-70, which is the factor A under study.

The study aimed to evaluate the productive response of the crop, using two varieties of celery, already mentioned, applying three levels of biol (5%, 8% and 10%) respectively. The latter becomes the B factor under study. For which 8 treatments were studied, with a randomized block design, with a bi-factorial arrangement with three repetitions. The response variables of plant height, root neck diameter, number of pencas, green matter yield and cost benefit study were evaluated.

In the analysis of variance, in the case of the plant height response variable we can obtain significance for both factors as well as for the interaction between them, in the variable root neck diameter for the varieties significance was obtained, for the levels of biol no statistical difference is seen and the interaction is statistically different, in the case of the variable number of pencas so many for the varieties, Biol Dose and interaction existing between both, non-significant results were obtained. And finally for the variable yield in green matter, for the varieties a non-significant result was obtained which indicated that there is no difference between varieties, for the Biol Dose, there is a result that shows significance, which indicates that the different levels of biol if they directly affected performance, in the interaction between both factors the result was not significant.

In the evaluation of the economic variables it was observed that the T7 and T3 treatments obtained the best cost benefit values (greater than 1). On the contrary, losses were obtained for the T4 treatment.

1. INTRODUCCION.

Hoy en día la producción orgánica viene adquiriendo gran importancia social por la seguridad que brinda a la salud humana y al Medio Ambiente, como también en la vida del recurso suelo, ya que la materia orgánica influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y sobre el rendimiento de los cultivos.

En el mercado existen varios tipos de fertilizantes y pesticidas los cuales se han utilizado para incrementar el rendimiento de las cosechas y reducir los daños que provocan los insectos y las enfermedades de los cultivos y se ha dejado de lado el uso de productos naturales como estiércoles, bioles, té de estiércol, bocashi, ya que estos favorecen en la proliferación de microorganismos benéficos en el suelo y la generación de medios de auto defensas de las plantas contra las plagas y enfermedades. Si bien los fertilizantes químicos aumentan la producción de alimentos, los efectos negativos en el medio ambiente son indiscutibles.

Para esta situación, se encuentra el uso de los abonos orgánicos líquidos, los cuales son ricos en nitrógeno amoniacal, vitaminas, aminoácidos y fitohormonas, estas sustancias permiten regular el metabolismo de las plantas y además son un buen complemento a la fertilización integral del suelo.

El biol o biofertilizante es una fuente orgánica de fitoreguladores, que puede constituirse en una alternativa para los productores en su búsqueda de mejorar los productos en términos de calidad y cantidad, puesto que es una técnica de manejo sencillo y barato, el biol es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, también para aumentar y fortalecer la base radicular, foliar, mejorar la floración y activar la germinación de las semillas.

Entre los cultivos hortícolas con mayor potencial en sistemas intensivos se encuentra el apio de tallo blanco y verde cuya producción es de marcada estacionalidad, por las exigencias ambientales de la especie, para generar un producto de calidad. Esta hortaliza tiene gran importancia, ya que ha sido utilizado desde tiempos remotos, como verdura y planta medicinal.

El apio es rico en vitaminas del complejo B, calcio, potasio y fósforo; posee de diez y quince por ciento de almidón de fácil digestibilidad. En algunos casos el tallo tierno y la hoja son utilizados en ensaladas crudas o como vegetales cocidos. También se utilizan las hojas como alimento para ganado.

En la actualidad en Bolivia el cultivo de apio tiene un mercado amplio ya muchas familias lo tienen como parte de la canasta familiar debido a sus buenas propiedades vitamínicas, medicinales y culinarias. En esta investigación se propone establecer mejores condiciones para el cultivo de apio alternativas para que el producto sea de buena calidad y apetecible en el mercado. Y un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos, poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro. Otros índices de calidad son el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, ausencia de defectos.

2. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo general.

-)] Evaluar el efecto de tres niveles de biol en el comportamiento productivo de dos variedades de apio (*Apium graveolens L*), bajo ambiente controlado, en el centro experimental de Cota Cota.

2.2. Objetivos específicos.

-)] Evaluar el efecto del biol en el comportamiento productivo de apio.
-)] Determinar la variedad con mejor rendimiento con la aplicación de biol.
-)] Analizar el beneficio costo en cuanto a la producción.

3. REVISION LITERARIA.

3.1. Agricultura Orgánica

Grijalva (1995), sostiene que la agricultura orgánica es un sistema de producción que, mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de

productos de síntesis química, brinde alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica.

FAO (2003), dice que la agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica; al mismo tiempo ayuda a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Sánchez (2004), señala que la agricultura orgánica es una forma de producción agraria, basada en el respeto al entorno, produciendo alimentos sanos, de buena calidad y cantidad, utilizando como modelo a la misma naturaleza, esto permite obtener una calidad de presentación y un buen sabor a los alimentos y no con las técnicas de incorporación a los alimentos, sustancias o residuos perjudiciales para el organismo que alteran la fertilidad del suelo.

Cervantes (2005), manifiesta que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles., por lo tanto, se da gran importancia a este tipo de abonos líquidos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

3.2. Importancia del cultivo.

En los últimos años los mercados se han decantado por las variedades verde pálido en detrimento de las de color verde intenso, especialmente el mercado inglés. Las variedades de apio blanco son demandadas concretamente por el mercado francés.

En general el consumo se cifra en un 70% de apio verde y un 30% de apio blanco. Las exportaciones españolas van dirigidas fundamentalmente a: Reino Unido (70%), Francia (10-15%) y otros países (Alemania, Italia, Suecia, etc. 10-15%). El principal competidor de España en la comercialización del apio es Israel. Francia e Italia no son competidores directos, ya que sus producciones no coinciden con las españolas. Infoagro.com, (2014)

Según Casseres (1980), describe que la planta entera es suavemente estimulante, nutritiva y reparadora; puede licuarse y tomarse jugo para inflamaciones de las articulaciones y del tracto urinario, como la artritis reumatoide, la cistitis o la uretritis, en condiciones débiles y agotamiento nervioso y la raíz es un diurético efectivo y se ha tomado para cálculos urinarios. En la nutrición el apio sigue siendo valioso en las dietas, ya que proporciona una masa de fibra baja en calorías.

El apio es una hortaliza muy saludable con grandes propiedades nutricionales y medicinales. Se utiliza para preparar platos nutritivos y tradicionales como las sopas. Hipócrates lo utilizaba por sus propiedades medicinales y los romanos y griegos lo utilizaban tanto por sus usos culinarios como curativos. Es una verdura importante para adelgazar y perder peso de forma saludable. Ecoagricultor (2015)

El mismo autor señala que el apio contiene vitaminas A, B1, B2, B6, B9, C y E, minerales como el potasio, sodio, calcio, zinc, magnesio, hierro, azufre, fósforo, cobre y silicio, aceite esencial y fibra. El apio es una verdura con acción antioxidante, cardio protector, antibacteriana, diurética, antiinflamatorio, expectorante, depurativa, sedante, digestiva, inmunoestimulante, analgésico. Entre los beneficios del apio para la salud tenemos lo siguiente:

-) Es uno de los diuréticos más potentes.
-) Aumenta nuestras defensas naturales
-) Ayuda a depurar el organismo
-) Contribuye al buen funcionamiento del sistema nervioso y muscular
-) El apio ayuda a reducir la tensión arterial
-) Favorece la reducción de los niveles de glucemia en sangre
-) Está recomendado en dolencias articulares y reumatismo
-) La fibra del apio ayuda a reducir el colesterol en sangre
-) Puede aliviar los dolores articulares
-) Puede contribuir a eliminar los cálculos renales y biliares
-) Acelera la cicatrización de heridas

El apio es una verdura que tiene un alto contenido de agua (alrededor del 95%). Tiene un alto contenido de vitaminas y minerales dentro de los cuales destacan:

vitamina C, folatos, potasio, calcio y vitaminas del complejo B. En cuanto a los fitoquímicos, pueden mencionarse los carotenoides y flavonoides.

Cuadro 1. Composición del apio en 100 gr.

Componente	Valor
Calorías (kcal)	14
Carbohidratos (g)	2.97
Fibra dietética (g)	1.6
Vitamina A (mcg)	22
Vitamina C (mg)	3
Potasio (mg)	260
Folatos (mcg)	36
Hierro (mg)	1.4

Fuente: INCAP, 2007

3.3. Características principales del apio.

3.3.1. Origen.

Vigliola (1992), Sostiene que el apio es una planta procedente del Mediterraneo, existiendo otros centros secundarios como el Caucazo y la zona del Amalaya.

El apio se deriva de una planta que todavía se encuentra silvestre en algunos lugares de Europa y del mediterráneo; su primer uso fue por propiedades medicinales que se le atribuían en la antigüedad. Casseres (1980).

Zohary D y Hopf M (2000), señalan que las hojas de apio y las inflorescencias fueron parte de las guirnaldas encontradas en la tumba de Tutankamón, faraón del antiguo Egipto. Sin embargo, señalan que, dado que el apio crece silvestre en estas áreas, es difícil decidir si estos restos representan formas silvestres o cultivadas. Solo en tiempos clásicos es cierto que se cultivó el apio.

Del Pino (2018), indica antiguamente el apio se cultivaba solo al aire libre, en primavera y verano, con épocas de cosecha a fines de verano, otoño e invierno. La necesidad de ampliar la oferta de apio, junto a la construcción masiva de invernaderos y la aparición de “plantineras” comerciales que mejoraron la

producción de plantines, aumento la disponibilidad y calidad del producto de apio a lo largo de los años.

El cultivo del apio parece remontarse al siglo IX a.C. Se trata de una hortaliza muy utilizada por civilizaciones como la egipcia, griega o romana, culturas que han introducido el cultivo de innumerables hortalizas, frutas y verduras en el sur de Europa. Sería un médico griego del siglo V a.C., Hipócrates, quien aconsejaría tomar el apio como un potente diurético, ya que hasta esos momentos tan sólo se aprovechaba como planta aromática. El aroma del apio silvestre era asociado con el culto a los muertos, así algunas tumbas griegas se cubrían con apio. En el mundo egipcio también se han hallado restos en pirámides que lo relaciona con el culto a los difuntos.

Pero sería en la Edad Media cuando las propiedades beneficiosas para la salud del apio se difundieron por el continente europeo, incrementando su volumen de producción y ensayando nuevas formas de cultivo. (Regmurcia.com, 2019)

3.3.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica según, Rubatzki, Yamaguchi (1997).

Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae
Género	: <i>Apium</i>
Especie	: <i>A. graveolens</i>
Nombre Científico	: Apio

3.3.3. Descripción botánica.

3.3.3.1. Raíz.

El sistema radicular es pivotante, potente y profundo, con raíces secundarias superficiales. Rubatzki, Yamaguchi (1997).

3.3.3.2. Tallo.

Los mismos autores describen que los tallos son de color blanco a verde intenso, ensanchados en la base, con largo y ancho variables: usualmente entre 30 a 50 cm y 2 a 5 cm respectivamente. Son estructuras glabras, con la cara adaxial cóncava y la cara abaxial convexa, surcada por estrías longitudinales.

3.3.3.3. Hojas.

Las hojas son grandes, brotan en forma de corona; el peciolo es una penca muy gruesa y carnosa, que se prolonga en gran parte del limbo, Rubatzki, Yamaguchi (1997).

3.3.3.4. Flor.

El mismo autor indica, que la floración en el apio se motiva principalmente, por la acción de temperaturas vernalizantes, durante un cierto tiempo (normalmente temperaturas por debajo de 7° a 10° C, actuando por un periodo comprendido entre 14 y 28 días.

3.3.3.5. Semillas.

La semilla tiene la facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla, entran aproximadamente 2.500 unidades, Rubatzki, Yamaguchi (1997).

3.4. Adaptabilidad del cultivo.

3.4.1. Almacigo.

Existen dos épocas de siembra en función de los dos ciclos productivos (invierno y primavera). La siembra para la campaña de invierno se realiza desde primeros días de julio a finales de agosto, efectuando los trasplantes desde últimos de agosto hasta final de octubre, Vigliola (1992).

El mismo autor menciona que el trasplante en primavera obliga a una siembra en semillero durante las primeras semanas de noviembre, teniendo lugar los trasplantes durante los meses de enero y febrero.

3.5. Diversidad en la especie.

3.5.1. Apio verde (*Tall-utah 52-70*).

Esta variedad se caracteriza, por resultar en un producto de peciolos de color verde intenso, casi hasta el centro de la planta. Rubatzki, Yamaguchi (1997).

3.5.2. Apio blanqueado (*Golden blanchino*).

Esta variedad se cultiva, para obtener una planta de peciolos de color blanco a amarillo verdoso, para lo cual incluso se recomienda el aporque de las plantas, para inhibir la formación de clorofila. Esta variedad es de mayor preferencia en los países europeos y su producción es más delicada y engorrosa que la del apio verde. Rubatzki, Yamaguchi (1997).

3.6. Requerimiento del cultivo.

3.6.1. Suelo.

El cultivo de apio no es demasiado exigente en el suelo, siempre que no sea excesivamente húmedo. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. No soporta la salinidad, tanto del suelo como del agua del riego. Vigliola (1992).

3.6.2. Clima.

El cultivo de apio requiere para un desarrollo fisiológico adecuado, las temperaturas medias optimas que deben ser 15° a 18° C, la máxima de 24° C y mínima que debe ser de 7° C. Vigliola (1992).

3.6.3. Humedad.

Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerado. Si el suelo sufre sequedad, da lugar a un embastimiento de los tejidos y, por tanto, a una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula, debe tener un crecimiento continuo. Belletti (1990).

3.6.4. Riego.

Por las condiciones de su ambiente de origen, el apio requiere abundante cantidad de agua especialmente en los periodos de alta temperatura y al final del ciclo de cultivo. Maroto (1990).

3.6.5. pH.

El pH recomendado para obtener una producción de calidad en cultivo de apio, oscila entre valores pH de 6.7 a 7.0. Maroto, (1990).

3.7. Labores culturales.

Una vez sembradas las semillas, empieza la etapa de germinación y crecimiento de las plantas, raleo, deshierbe y riego. Hartman (1990).

3.7.1. Aporque.

Durante el crecimiento vegetativo, no conviene que el “corazón” de la planta se recubra con tierra, ya que se puede producir una parada vegetativa del crecimiento, por esta razón, cuando se den al cultivo las labores de remoción, que sean

necesarias, se evitara que caiga tierra en el centro de la planta, donde esta debe realizarse de forma manual con ayuda de una pala. Vigliola (1992).

3.7.2. Control de malezas.

El mismo autor añade, que el apio no admite competencia con las malas hierbas al principio de la vegetación. Donde se lo debe realizar de forma manual o con la práctica del cubrimiento con mulch.

3.7.3. Blanqueamiento.

Cuando se trata de un cultivo de apio verde, que requiere ser blanqueado, para evitar la formación de clorofila tanto en las pencas de las hojas exteriores como en las hojas interiores. Vigliola (1992).

3.7.4. Cosecha.

El mismo autor describe que la recolección normalmente se realiza manualmente, con el uso de un cuchillo bien afilado, una espátula de borde cortante o una hoz. Las piezas son cortadas al ras del suelo, posteriormente recortadas en su parte superior y finalmente colocadas en cajas y son transportados al embalaje.

3.8. Accidentes, Plagas y enfermedades.

3.8.1. Heladas.

Se manifiestan en principio por el amarillamiento de las hojas superiores, seguido del ahuecado de pencas desde arriba hacia abajo. En caso de heladas severas, las pencas se acristalan y la epidermis se separa del resto de los tejidos, apareciendo descamaciones.

3.8.2. Floración prematura.

Es un accidente fisiológico que se produce principalmente cuando las plantas, siendo de pequeño tamaño, se ven sometidas durante un periodo superior a 10 días a bajas temperaturas.

Con todo, la mayor o menor susceptibilidad a este accidente en el apio depende mucho de la variedad cultivada.

3.9. Plagas

- J Varios insectos y enfermedades pueden atacar al apio. Maroto (1990).
- J Arana roja (*Tetranychus telarius*).
- J Gusanos grises (*Agrotis* sp.)
- J Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae* (Fab))
- J Mosca del apio (*Phylophyllo heraclei* L.)
- J Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).
- J Orugas (*Distintas larvas de Lepidópteros*).
- J Pulgones (*Aphis* spp., *Myzus persicae*)
- J Trips (*Thripstabaco*)
- J Nematodos (*Dytlenchus dipsaci* Kuehm.)

3.10. Enfermedades

- J Mildiu del apio (*Plasmopara nivea* Schr.)
- J Mancha foliar o tizon (*Cercospora apii* Fres.)
- J Roya (*Puccinia apii*)
- J Fusarium (*Fusarium oxisporum* var. *Apii*).

3.11. Sistemas atemperados

Los sistemas atemperados son ambientes propicios para el cultivo de las hortalizas, por su mayor tamaño, además que aprovecha la energía solar positiva, recibir luz, temperatura, evapotranspiración que beneficia al desarrollo de los cultivos. La

construcción por lo general es sencilla, se utilizan adobes para los muros, madera o callapos para el armazón del techo y agro film para la cubierta, (Hartman, 1990).

3.12. Importancia del ambiente protegido.

Existen distintos tipos de construcciones como invernaderos, ambientes protegidos, carpas solares, con el fin de proteger las cosechas, conseguir un adelanto o retraso de su ciclo, controlar riego humedad y radiación. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperaturas a niveles críticos, la energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, siendo los más comunes en la región andina de Bolivia. Valdez (1995).

3.14. Orientación.

Las carpas solares deben ser debidamente orientadas, esto permitirá captar la mayor concentración de luz/temperatura/horas/día/planta, lo que favorecerá para obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo, obteniendo excelentes rendimientos. CEDEFOA (2002).

Es muy importante situar la carpa solar donde capte la mayor concentración de luz, temperatura cerca de una fuente de agua; en cuanto al suelo elegir con preferencia terrenos planos; lugares desprotegidos donde no existen árboles que puedan proyectar sombras a la carpa solar. Flores (1999).

Recomienda, que el techo o lamina de protección de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse al norte con el objetivo de captar una mayor radiación solar, de esta manera el eje longitudinal está orientado de Este a Oeste. Hartman (1990).

3.15. Variables micro climáticas en carpa solar.

3.15.1. Temperatura.

La temperatura influye en las funciones vitales de los vegetales como la transpiración, respiración, fructificación; las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales es de 0 a 60oC fuera de estos límites casi

todos mueren o quedan en estado de vida latente, (Serrano, 1979 citado por Estrada (2003).

La temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal. Flores (1999).

3.15.2. Humedad Relativa.

La mayoría de las plantas desarrollan en un medio ambiente de una humedad relativa del aire que oscila entre los 30 y 70%. Una baja humedad relativa en las plantas, provocan marchites y por un exceso invita a la proliferación de plagas y enfermedades.

Por otra parte, un ambiente seco dentro de las carpas solares, influye en la duración del agro film lo cual llega a deteriorarse rápidamente, (Flores, 1999).

Las plantas se desarrollan bien donde la humedad relativa fluctúa entre 30 a 70% por debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, por encima del 70% la incidencia de enfermedades es un problema, (Serrano, 1979 citado por Estrada, 2003).

3.15.3. Luminosidad.

La luminosidad es considerada uno de los factores más importantes del medio, ya que es parte integrante del proceso de fotosíntesis de la clorofila en las plantas, el crecimiento, el fototropismo, la morfogénesis, fotoperiodismo, la formación de pigmentos y vitaminas. El anhídrido carbónico (CO₂) junto a la luz más la temperatura ayudan a la fotosíntesis, para obtener mayores resultados cuantitativos, precocidad y buena calidad. Flores (1999).

3.15.4. Ventilación.

Una mala ventilación trae consigo problemas de asfixia miento, debilitamiento de las plantas y como también la proliferación de plagas y enfermedades. Flores (1996).

La mayor parte de los ambientes protegidos requieren de un eficiente sistema de ventilación por tres razones: a) para abastecimiento de CO₂, utilizado por las plantas para la fotosíntesis, b) para limitar y controlar la elevación de temperatura en el ambiente; c) para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas. Guzman (1993).

3.16. Abonos orgánicos.

Guerrero (1993), por su parte menciona que, son sustancias que están constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

La incorporación al suelo de abonos orgánicos ayuda a modificar las condiciones físicas del suelo, al mejorar la capacidad de retención de agua, como también proporcionar energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana y ayudan también a proteger a cultivos de grandes excesos de sales minerales y sustancias tóxicas, gracias a su alta capacidad de absorción que ejerce una acción amortiguadora. Lampkin (2002).

Chilon (2015), señala que el abono orgánico, es todo compuesto o sustancia orgánica, proveniente de la descomposición microbiana de los restos vegetales y animales, tanto superiores como inferiores, que en función de las condiciones ambientales evoluciona, cambia, se transforma o se mantiene en el tiempo; presentando diversas etapas desde un estado fresco o crudo, pasando por una pre-humificación y humificación intermedia análoga al compost, llegando a un estado de humus avanzado, hasta alcanzar su posterior mineralización, gracias al trabajo intenso de los microorganismos responsables de los procesos de síntesis, resíntesis y transformación de la materia orgánica en el suelo.

3.17. Características de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos, se conocen como enmiendas, fertilizantes orgánicos, existen diversas fuentes orgánicas como ser: abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bio abonos, verificando su composición química, su proceso de

preparación e insumos que se emplean. Estos evolucionan en dos formas: se mineralizan y se humifican. Vigliola (2003).

3.18. Composición química de abonos.

Es muy difícil precisar cifras exactas del estiércol mezclado que generalmente se aplica sobre la tierra. Buckman & Brady (2003).

Esto es a causa de un número variable de factores que entran en juego y pueden cambiar radicalmente las cantidades y proporciones de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa presentes. Los factores más importantes son: la clase de animal; edad condición e individualidad de los mismos; alimento consumido; cama usada; manejo y almacenamiento que el estiércol recibe antes de ser repartido sobre la tierra. Buckman & Brady (2003).

3.19. Beneficios del uso de abonos orgánicos.

El uso de abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica, y degradados, por el efecto de la erosión. Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen orgánico, animal o vegetal, que se utiliza para aumentar la fertilidad de la tierra. Bellapart (2002).

Los abonos orgánicos aportan, además de materia orgánica, una multitud de microorganismos que contribuyen poderosamente a aumentar la fertilidad de los suelos, factores de crecimiento y también los principales fertilizantes como ser; N, P y K, que contiene en variables proporciones. Aguirre (1963).

3.20. Ventajas del abonamiento orgánico.

Lampkin (2002) indica que, la incorporación al suelo de abonos orgánicos ayuda a modificar las condiciones físicas del suelo, al mejorar la capacidad de retención de agua, como también proporcionar energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana, como también a la absorción de los 16 minerales esenciales para la planta.

3.21. Tipo de abonos orgánicos.

La materia orgánica del suelo, procede en gran parte de la incorporación de los residuos de anteriores cosechas, como son las raíces o las pajas de cereales.

También de la incorporación de abonos orgánicos tratados o elaborados, en sus estados de abonos sólidos y líquidos.

La incorporación al suelo de abonos orgánicos ayuda a modificar las condiciones físicas del suelo, al mejorar la capacidad de retención de agua, como también proporcionar energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana y ayudan también a proteger a cultivos de grandes excesos de sales minerales y sustancias tóxicas, gracias a su alta capacidad de adsorción que ejerce una acción amortiguadora. Lampkin (2002).

3.21.1. Abonos orgánicos sólidos.

Labrador (1996), indica que la materia orgánica son los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos, son sometidos a un constante proceso de transformación. Estos restos vegetales y otros sustratos orgánicos también pueden ser procesados, con métodos de descomposición y obtener abonos orgánicos sólidos, como el compost, humus, bocashi.

3.21.1.1. Humus de lombriz.

Es la materia humificada obtenida mediante la transformación de residuos orgánicos, los mismos que al pasar por el tracto digestivo de la lombriz, son degradados a su último estado de descomposición, presentando en su contenido una formulación perfectamente balanceada con todos los elementos y los microorganismos necesarios para reactivar los procesos biológicos de los suelos. Cajamarca (2012).

3.21.1.2. Bocashi.

La elaboración del abono tipo bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y de temperaturas controladas orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. Cajamarca (2012).

3.21.1.3. Estiércol fermentado.

Denominados abonos orgánicos de origen animal a los estiércoles de ganaderías, guano, humus de lombriz y los subproductos de origen animal, formados por excrementos y orina de animales de ganadería.

Gomero (1999) sostiene que, es muy recomendable incorporar abonos orgánicos al momento de preparar la tierra por las ventajas que lleva consigo:

- J Facilita la formación de complejos arcillo húmico que requieren los macro y micro nutrientes evitando su pérdida por lixiviación de este modo aumenta su disponibilidad.
- J Proporciona energía para los microorganismos, lo cual incrementa la actividad biológica en el suelo.
- J Favorece una estructura de suelo, aumentando su resistencia a la erosión.
- J Aumenta la capacidad de retención de agua especialmente en suelos arenosos.
- J Liberan nutrientes poco a poco, acción a largo plazo.
- J Aumento del efecto germinativo en semillas.
- J Constituye un almacén de nutrientes como el N, P, K, y micro nutrientes, facilitando el aprovechamiento de las plantas.

La utilización de los abonos orgánicos en sus diferentes formas es una tecnología sencilla, de bajo costo y al alcance de los agricultores en todas las zonas de nuestro país. Su aplicación permite resolver la capacidad de retención de agua y favorece el desarrollo de las plantas. Guerrero (1993).

3.21.2. Abonos orgánicos líquidos.

Los abonos orgánicos líquidos son los componentes líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica y aeróbica de los estiércoles, funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Aguirre (1963).

Los abonos líquidos o biofertilizantes líquidos son los fertilizantes a corto plazo por excelencia, se usan principalmente como complementos por riego y para corregir deficiencias en aplicaciones foliares. No hay que descartar también sus excelentes propiedades preventivas y repelentes contra hongos y plagas en general. (Cuchman y Requelme, 1993) mencionado por Quispe (2005).

3.21.2.1. Abonos orgánicos líquidos anaeróbicos.

Suasaca et al. (2009), señala que el abono foliar orgánico líquido, es el resultado de la descomposición de los animales y vegetales: guano, rastrojo etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolos más vigorosas y resistentes.

Uribe (2003), señala que los biofermentos (anaeróbicos), son preparados a base de melaza, excretas, suero de leche y microorganismos, y se produce la transformación de los desechos a través de la fermentación anaeróbica, obteniéndose un biofertilizante líquido utilizado ampliamente por los agricultores.

3.21.2.2. Abonos orgánicos líquidos aeróbicos.

Chilon (2015), los abonos orgánicos líquidos aeróbicos, están relacionados con un método aeróbico de obtención de un abono orgánico líquido con presencia de oxígeno (AOLA), que posibilite la multiplicación de los microorganismos aeróbicos benéficos a partir de los sustratos orgánicos descompuestos y la generación de sustancias líquidas orgánicas nutritivas, que favorezcan a los cultivos alimenticios y a la recuperación de la fertilidad de los suelos.

3.22. Funciones de los elementos nutritivos.

Resh (1987), indica que los macro nutrientes: N, P, K, Ca, Mg y S, son consumidos por las plantas en grandes cantidades, durante su ciclo vegetativo, donde los tres primeros son los más importantes que los otros.

Que los 16 elementos químicos considerados esenciales para el crecimiento saludable de las plantas, 14 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo, entran a la planta a través de las raíces, desde la solución del suelo. El déficit de uno de ellos limita o puede disminuir el rendimiento, por lo tanto, las utilidades del cultivador.

De acuerdo con la cantidad, que la planta consume de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 14 nutrientes extraídos normalmente del suelo, son clasificados en tres grupos: Nutrientes mayores (Nitrógeno, Fosforo y Potasio), nutrientes secundarios (Calcio, Azufre y Magnesio) y micro nutrientes (Cobre, Boro, Hierro, Manganeso, Zinc, Molibdeno y Cloro). Resh (1987).

A continuación, se expone la sintomatología de carencias de macro elementos en el apio:

3.22.1. Nitrógeno.

Los primeros síntomas son una reducción del crecimiento vegetativo, amarillos y decaimientos de las hojas. Si la deficiencia es muy acusada el crecimiento se paraliza, tiene lugar un amarillamiento en toda la planta y se pueden observar manchas cloróticas internerviales en los limbos que evolucionan a moteado necrótico.

3.22.2. Fósforo.

Al principio provoca una disminución del vigor de la planta, las hojas jóvenes se debilitan y las muy desarrolladas tienen un crecimiento muy erguido.

Si la deficiencia es muy acusada los limbos foliares se reducen, apareciendo necrosados el borde de algunos foliolos.

3.22.3. Potasio.

Se manifiesta inicialmente por una reducción del crecimiento vegetativo y la aparición de amarillamiento ocre en las hojas más adultas, especialmente en la periferia de los folíolos. También pueden aparecer en los folíolos puntos de color marrón rojizo.

3.23.4. Calcio.

Los síntomas iniciales son: reducción del crecimiento, clorosis en la periferia de folíolos y nervios, color marrón de las hojas del centro de la planta y zonas necróticas en el peciolo. Cuando la carencia es severa las hojas centrales evolucionan a necrosis "corazón negro".

3.23.5. Magnesio.

LS manifiesta inicialmente con la aparición de clorosis internervial que va desde el centro del folíolo hacia los bordes. Si la deficiencia es acusada la mayoría de los folíolos se tornan amarillos con el nervio central de color verde claro y desecación de los bordes del folíolo.

3.23. Biol.

Salazar (1998), señala que el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Además, el biol es un afluente líquido que se descarga frecuentemente de un biodigestor, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento de diversas zonas de los vegetales por un incremento apropiado del área foliar efectiva.

Colque (2005), indica que las principales funciones del biol son promover las actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de plantas, como en la floración, el follaje y la raíz. Además, presenta las siguientes ventajas:

- J Acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- J Mejora la producción y acelera los ciclos de las cosechas.
- J Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo) y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.
- J Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- J Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo.
- J Acelera la vigorosidad en la floración.

Sánchez (2003), indica que el Biol se obtiene a través del proceso de descomposición anaeróbica, desarrollados principalmente para la producción de energía y abono para las plantas, para enriquecer el Biol, mediante la adición de especies vegetales o estiércol de diferentes animales, las mismas que pueden ser:

3.23.1 Estiércol.

Restrepo (2001), señala que el estiércol fresco, tiene la función principal de aportar los ingredientes vivos (microorganismos), como *Bacillus subtilis* para que inicie la fermentación del Biol. Aporta inóculos o semillas de levadura, hongos protozoos y bacterias para las plantas. El estiércol está compuesto de: Nitrógeno 0.3 - 0.6%, Fosforo 0.06 - 0.17%, Potasio 0.1 - 0.7%, Calcio 0.10% y Humedad de 75 - 93%.

3.23.2. Leche.

Restrepo (2001), indica que tiene la función de reavivar el biopreparado, de la misma forma que hace la melaza, aporta proteínas, vitaminas, grasas y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante.

3.23.3. Agua.

Asimismo, Restrepo (2001), menciona que tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la

fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es necesario resaltar que muchos microorganismos presentes en la fermentación, tales como levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida donde al mismo tiempo.

3.23.4. Ceniza.

Según Restrepo (2001), proporciona minerales para activar y enriquecer la fermentación. Dependiendo del origen de la misma, pueden sustituir a los minerales, las mejores cenizas se originan a partir de las gramíneas como del trigo y caña.

3.25. Composición química del Biol.

Cruz (2004), indica la composición química del biol obtenido del estiércol del ganado bovino, ceniza, melaza, leche y agua, es la siguiente:

Cuadro 2. Composición química del Biol.

Componente	Valor
ph	6.7 - 7.9
Materia seca	1.40%
Nitrógeno total	0.90 g/kg
Fosforo	0.048 mg/kg
Potasio	0.29 mg/kg
Calcio	2.1 g/kg
Magnesio	0.14%
Azufre	0.33 g/l

Fuente: Cruz (2004)

3.26. Aplicación del Biol.

Restrepo (2002), señala que la aplicación recomendada de biol para hortalizas se realiza al 5 %, (5 litros del biofertilizante por cada 100 litros de agua), hasta 10% según el tipo de hortaliza que se vaya a producir.

El horario de aplicación del biol influye en gran medida a la asimilación por la planta, se recomienda aplicar a primeras horas de la mañana de 8 hasta las 10 de la mañana o por las tardes después de las 4 de la tarde, en estos horarios porque hay mejor asimilación de nutrientes por las plantas. La aplicación del biol se puede

realizar de dos formas tanto directo al suelo de forma homogénea y por vía foliar desde la parte de abajo hacia arriba. Restrepo (2002).

El biofertilizante antes de mezclar con agua para la aplicación se lo debe filtrar para un mejor manejo y utilización en el cultivo.

4. LOCALIZACIÓN.

4.1. Ubicación geográfica.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Ciudad de La Paz, Provincia Murillo primera sección, en los predios de la Facultad de Agronomía ubicado en el Campus Universitario de la zona de Cota Cota perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés.

La zona de estudio se encuentra ubicada a 15 km, del centro de la ciudad de La Paz que contempla los siguientes parámetros geográficos: presenta una altitud de 3445 m.s.n.m. y sus coordenadas georreferenciales son 16°32' Latitud Sur y 68°03' Longitud Oeste SENAMHI (2007).

CENTRO
EXPERIMENTAL
COTA COTA

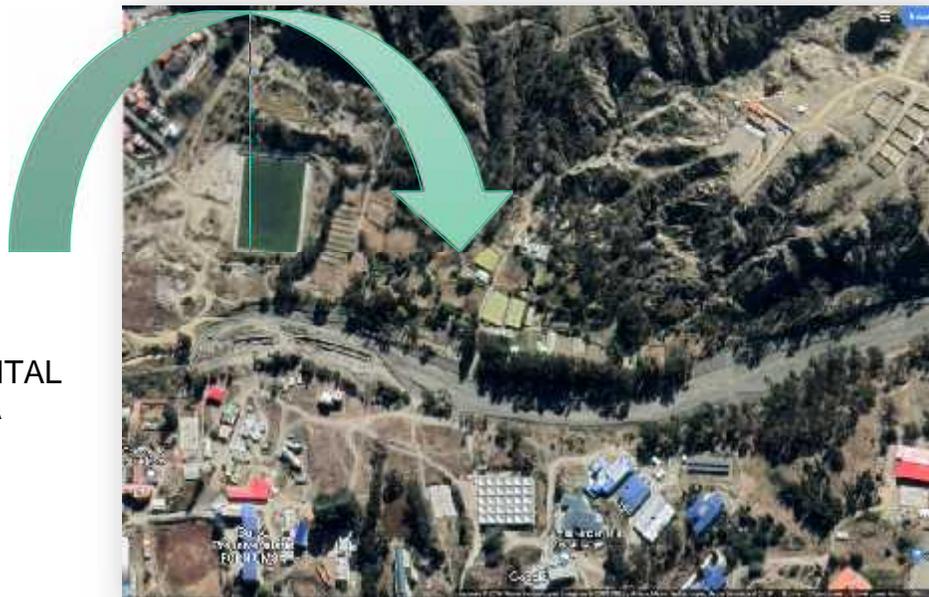


Figura 1. Ubicación del centro experimental Cota Cota

4.2. Características de la carpa solar

El ambiente semi atemperado o carpa solar donde se realizó el presente estudio tiene una construcción de túnel, la estructura de soporte interno está conformado de metal y acoplado con vigas de madera de 2 y 3 pulgadas toda la estructura está cubierta de plástico agro film.

4.3. Suelo de la carpa solar

El suelo de la carpa se caracteriza por tener una textura franco y arcillo gravoso. Las propiedades físicas son de estructuración media, compactación baja y alta porosidad favoreciendo la infiltración del agua y su almacenamiento.

4.4. Vegetación y pecuaria

La vegetación está compuesta de árboles como ser eucalipto, pinos ciprés arbustos: acacia, retama, chilcas entre otros. La Estación Experimental se dedica a la producción agrícola y pecuaria.

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: maíz, papa, haba, arveja, cebolla, betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpa solar) la producción es hortofrutícola: frutilla, zuchini, lechuga, morrón, espinaca, acelga, albahaca, perejil, cilantro y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen.

La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de animales como: Gallinas ponedoras, pollos de engorde, codornices, conejos, cuyes y otros.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Materiales.

5.1.1. Material biológico.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó semilla de apio (*Apium graveolens L.*) de dos variedades, la variedad Golden blanchino y la variedad Tall

Utah 52-70. A media onza respectivamente. Adquiridos en la semillería LA DALIA, ubicado en el mercado Rodríguez, Zona de San Pedro.

Las semillas tienen la siguiente información, un 99.9 % de pureza y 90 % de porcentaje de germinación.

5.1.2. Materiales orgánico líquido.

El Biol es un fertilizante orgánico líquido el cual fue obtenido de la Estación Experimental de Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

5.1.3. Material de campo.

-) Pala
-) Picota
-) Rastrillo
-) Estacas
-) Cinta para delimitar
-) Cinta de riego
-) Botellas desechables
-) Atomizadores
-) Probeta de 250 ml
-) Flexómetro
-) Cinta de medición de 30 m
-) Termómetro
-) Marbetes
-) Balanza analítica
-) Vernier

5.1.4. Material de gabinete.

-) Computadora
-) Planilla de datos

-) Calculadora
-) Regla
-) Lapiceros
-) Cámara fotográfica

5.2. Diseño experimental.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo bifactorial conformado por 8 tratamientos y 3 bloques distribuidos de forma homogénea en 24 unidades experimentales y con 4 muestras por cada tratamiento.

Cuadro 3. Factores en estudio.

Niveles de A (Variedad)	Niveles de B (Dosis de biol)
<i>A1: Tall Utha 52 - 70</i>	B1: 5%
<i>A2: Golden blanchino</i>	B2: 8%
	B3: 10%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1. Tratamientos.

-) T1: Var. Tall Utha 52 – 70 y 0% de biol
-) T2: Var. Golden Blanchino y 5% de biol
-) T3: Var. Golden Blanchino y 8% de biol
-) T4: Var. Golden Blanchino y 10% de biol
-) T5: Var. Golden Blanchino y 0% de biol
-) T6: Var. Tall Utha 52 – 70 y 5% de biol
-) T7: Var. Tall Utha 52 - 70 y 8% de biol
-) T8: Var. Tall Utha 52 – 70 y 10% de biol

5.2.2. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal para el diseño de bloques completamente al azar con arreglo de dos factores es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \alpha_j + \alpha_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_k = Efecto aleatorio del k – esimo bloque

α_i = Efecto fijo del i-esimo dosis de fertilizantes foliares

α_j = Efecto fijo del j – esima dosis de aplicación

α_{ij} = Efecto fijo de la interacción del i-esimo dosis de fertilizantes foliares y el j- esima dosis de aplicación.

ϵ_{ijk} = Error experimental

5.3. Croquis experimental.

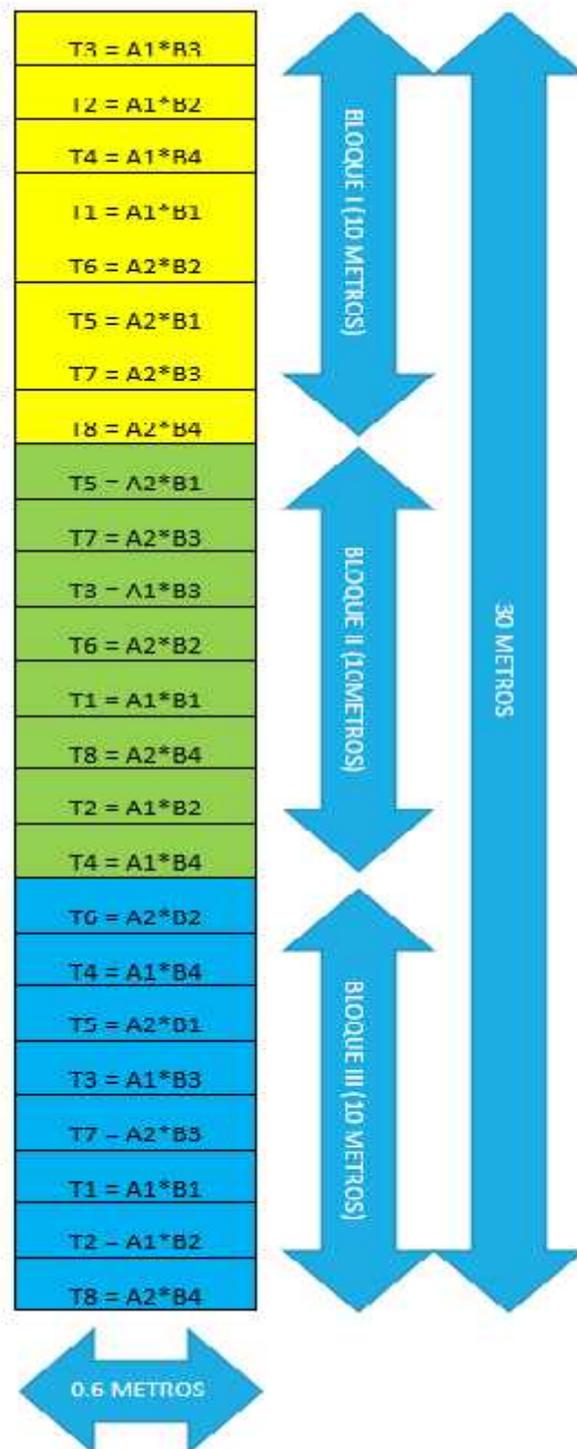


Figura 2. Croquis experimental.

Fuente: Elaboración propia

5.4. Características del área experimental

Largo de unidad experimental: 1,25 m

Ancho de unidad experimental: 0,60 m

Área de unidad experimental: 0.75m²

Nº de plantas por unidad experimental: 13

Nº total de plantas: 312

Nº de hileras: 2

Distancia entre hileras: 0.30 m

Distancia entre plantas: 0.20 m

Nº de Tratamientos: 8

Nº de Bloques: 3

Área total del ensayo: 21 m²

5.5. Metodología de campo

5.5.1. Preparación del biol

Se utilizó biol de bovino que se obtuvo de la Estación Experimental de Choquenaira, con la que se trabajó con las siguientes dosis, para la aplicación foliar.

5% de biol + 95% de agua

8% de biol + 92% de agua

10% de biol + 90% de agua

5.5.2. Almacigo de semillas.

Las semillas se sembraron en un almacigo de 30 x 50 cm, para la cual se utilizó tierra negra, turba y arena. Todo esto para realizar un posterior trasplante de las plántulas.

5.5.3. Preparación del terreno.

5.5.3.1. Remoción del terreno.

Para la presente investigación se inició con la limpieza de malezas (pastos y restos de cultivos anteriores en el área de estudio), seguidamente con la ayuda de picota, pala y motocultor se realizó la remoción del suelo a una profundidad de 30 cm aproximadamente, esto con la finalidad de conseguir la remoción del suelo y de esa manera brindarle a la planta un suelo suelto para facilitar el desarrollo de la raíz del cultivo en estudio.

5.5.3.2. Nivelación del suelo.

Posterior a la remoción del suelo se prosiguió con la nivelación del área de estudio con ayuda de un rastrillo, pala y picota, esto para dar al cultivo un suelo suelto y adecuado para su óptimo desarrollo durante su ciclo de producción y evaluación.

5.5.3.3. Formación del camellón del suelo.

Posteriormente se realizó la formación del camellón para la siembra del cultivo, el camellón debe tener una altura de 30 cm aproximadamente y una forma semi circular, para que favorezca al riego y no sufra desnivelación ni compactación.

5.5.3.4. Delimitación del área experimental.

Se delimitó la superficie a utilizar para el trabajo de investigación con la ayuda de estacas, cuerdas, cinta métrica, donde se ubicó los bloques y tratamientos, todos estos distribuidos al azar.

5.5.3.5. Riego.

Para realizar el presente estudio se instaló 2 cintas de riego por goteo en la platabanda a utilizar, luego se procedió a regar el área de estudio, con el propósito de humedecer el sustrato y tenerlo listo para la siembra de la semilla. La frecuencia

de riego para este cultivo fue 3 veces a la semana (lunes, miércoles y sábado), durante el desarrollo del cultivo, por un tiempo de 30 minutos de riego.

5.5.3.6. Trasplante.

Para el trasplante se realizó pasado el mediodía, todo esto para no producir estrés en las plántulas de apio, donde ya pasado los 45 días de almacigo se trasplanto las plántulas al camellón definitivo.

5.5.3.7. Control de plagas.

Los problemas vistos en todo el periodo de desarrollo del cultivo fueron la incidencia de áfidos. En el cual se logró controlar estos insectos con los mismos fertilizantes biol actuaba como insecticidas ante los daños que podrían causar estas plagas.

5.5.3.8. Cosecha.

La cosecha de apio se la realizó una vez que el cultivo alcanzo su desarrollo de las hojas para su consumo. La cosecha de las pencas de apio realizó a los 100 días después de la siembra, esta actividad se efectuó a mano arrancando tallo por tallo y posteriormente se los llevó a realizar la toma y evaluación de datos.

5.6. Variables de respuesta.

Para las observaciones en campo se realizó un muestreo de plantas al azar y se realizaron las siguientes observaciones:

5.6.1. Altura de la planta.

Se midió la altura de la planta en centímetros utilizando una regla milimétrica, midiendo desde la superficie del suelo.

5.6.2. Número de pencas.

Se registró el número de tallos por planta, contando cada tallo que salga antes de la primera y segunda cosecha y se expresó el promedio.

5.6.3. Diámetro del cuello de la raíz.

La variable diámetro del cuello de la raíz se tomó de cada muestra con ayuda de un vernier, todo esto antes de la cosecha.

5.6.3. Rendimiento.

Para cuantificar el rendimiento se consideró el peso cosechado de plantas de apio de un metro cuadrado por unidad experimental, estos valores fueron evaluados en una balanza de precisión.

La unidad utilizada fue: gr/m², el cual posteriormente se trabajó en kg/m² y se expresó a kg/ha, considerándose el total de las plantas por unidad experimental.

5.7. Variables económicas.

Para el estudio del análisis económico se evaluaron los costos de producción y análisis del beneficio/costo.

El desglose y deducción de las fórmulas para la evaluación económica es la siguiente:

5.7.1. Ingreso Bruto (IB).

El ingreso bruto se calculó tomando en cuenta el rendimiento total (kg/m²) acumulado durante todo el periodo de las cosechas del cultivo de apio, multiplicado por el precio por un kilogramo (Bs/kg) de apio en el mercado, todo en moneda nacional (bolivianos)

$$\mathbf{IB = R * P}$$

Donde:

R = Rendimiento

P = Precio del producto

5.7.2. Ingreso Neto (IN).

También llamado utilidades, ganancias, etc. Resulta de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos totales (CT) de producción:

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{CT}$$

Donde:

IN = Ingreso Neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costos totales de producción

5.7.3. Relación beneficio costo (B/C).

Se define que es el indicador de la pérdida o ganancia bruta por unidad monetaria invertida, se estima dividiendo el ingreso bruto (IB) entre el costo total (CT). Si la relación es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio, si es igual a uno los beneficios son iguales a los costos de producción y la actividad no es rentable, valores menores que uno indica pérdida y la actividad no es productiva. Paredes (1999).

$$\text{B/C} = \text{IB/CT}$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Los resultados que se muestran a continuación, reflejan el efecto de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación, tanto en las variedades de apio como en los niveles de biol en el comportamiento productivo del cultivo de apio.

6.1. Comportamiento climático del ambiente protegido.

Las temperaturas registradas en el ambiente protegido, fueron tomadas a partir del almacigo de las semillas de apio hasta la última cosecha, durante los meses de marzo a agosto. Donde a continuación se muestra la tabla de temperaturas

máximas y mínimas en grados centígrados. El termómetro fue instalado a una altura de 1.5 m del suelo.

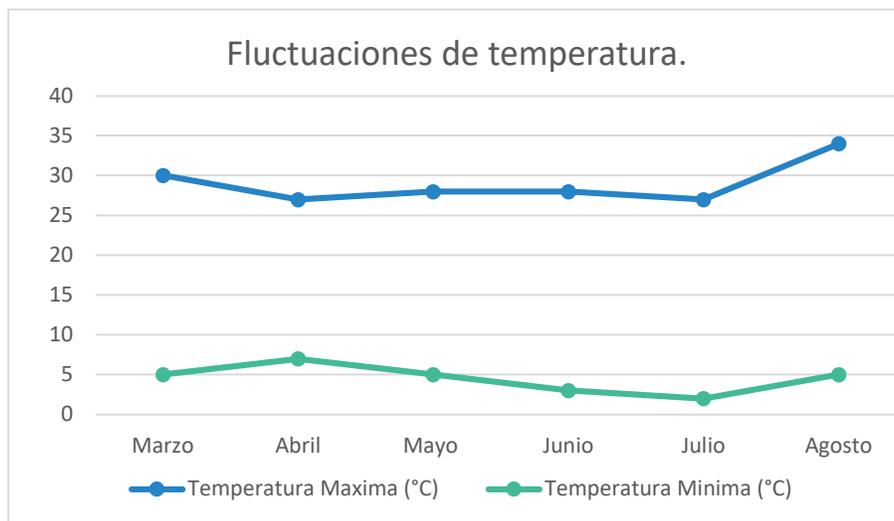


Figura 3. Variación de la temperatura mínima y máxima al interior de la carpa solar, durante el desarrollo del cultivo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3, podemos observar las fluctuaciones existentes durante el desarrollo del cultivo, tomándose el mes de julio con una temperatura más baja durante el desarrollo del cultivo con 2 °C, para el mes de agosto se muestra la temperatura más alta registrada con 34 °C.

Durante todo el desarrollo del experimento se observaron efectos negativos de las temperaturas mínimas y máximas, es decir, que este factor climático no se mantuvo dentro de los rangos que el cultivo de apio exige, cuando se cultiva en condiciones de temperaturas alteradas en la carpa solar, no favorecieron al cultivo de apio, provocando el rápido entallamiento y floración.

El cultivo de apio requiere para un desarrollo fisiológico adecuado, las temperaturas medias optimas que deben ser de 15 a 8°C, la máxima de 24°C y mínima que deben ser de 7°C. Vigliola (1992).

La temperatura al interior de la carpa solar, depende en gran medida de la radiación solar que llega a la cobertura y por la impermeabilidad de los materiales de

recubrimiento. La radiación atrapada es la que calienta el interior de la carpa solar. Hartman (1990).

Según Flores (2005), menciona que la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal. Además, corresponde enfatizar que las temperaturas máximas como mínimas no mostraron cambios bruscos, pudiendo decir que estas fueron relativamente estables, que su incremento fue gradual.

6.2. Variables de respuesta agronómicas.

6.2.1. Altura de planta.

A continuación, se presentan los resultados estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento de dos variedades de apio aplicando tres niveles de biol para la variable altura de planta.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para altura de la planta.

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	526.57	9	58.51	10.43	0.0001
Bloque	24.07	2	12.03	2.14	0.154NS
Variedad	65.67	1	65.67	11.7	0.0041 *
Dosis	107.13	3	35.71	6.36	0.006 *
V*D	329.7	3	109.9	19.58	0.0001 *
Error	78.56	14	5.61		
Total	605.23	23			

* = Significativo, NS = No Significativo

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza mostrado en el cuadro 4, para la variable altura de planta, el resultado obtenido en el caso de bloques nos indica que no existe significancia para dicha variable, lo que nos da a entender que la temperatura del ambiente no tuvo efecto en la altura de la planta y que los bloques son homogéneos.

Los factores variedades y dosis de biol nos muestra significancia, para cada factor en estudio para la variable altura de planta, lo que nos con lleva a realizar una prueba de medias de Duncan. Esto nos indica que si hubo diferencia estadísticamente en los factores variedad y dosis de biol.

Por otro lado, la interacción existente entre factores variedad y dosis de biol muestra significancia lo que nos indica que ambos factores son dependientes uno del otro, o viceversa en cuanto a la variable.

Para el caso del coeficiente de variabilidad $CV=5.14\%$ en dicha variable, es menor al 18% , valor que es permitido para un ambiente protegido, lo que nos indica que los datos son confiables.

En el cuadro 5, podemos ver la prueba de medias de Duncan, para el factor variedad en la variable altura de planta.

Cuadro 5. Comparación de medias según prueba de Duncan (Variedades).

Variedad	Medias	n	E.E.	Orden
Golden blanchino	47.73	12	12.068	A
Tall Utah 52 - 70	44.42	12	12.068	B

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos notar claramente que la variedad Golden blanchino llego a una altura de 47.73 cm. con respecto a la variedad Tall Utah 52 – 70 que tiene una altura de 44.72 cm.

A continuación, en el cuadro 6, también podemos ver en la prueba de discriminación de Duncan para el factor dosis de biol en la variable altura de planta, se observa que si existe diferencia estadística entre las medias.

Cuadro 6. Comparación de medias según prueba de Duncan (Dosis de Biol).

Dosis de biol	Medias	n	E.E.	Orden
8%	49.55	6	0.97	A
0%	45.97	6	0.97	B
5%	44.53	6	0.97	B
10%	44.23	6	0.97	B

Fuente: Elaboración Propia.

Se tuvo la mayor altura de planta para una dosis de biol de 8% con 49.55 cm y para los niveles de 0%,5% y 10% son iguales estadísticamente.

Para el caso de interacción de factores variedad y dosis de biol, de igual forma se realizó la prueba de discriminación de Duncan, donde se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en el cuadro 7.

Cuadro 7. Comparación de medias según prueba de Duncan (Interacción de factores).

Tratamiento	Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.	Orden
T7	Golden blanchino	8%	55	3	1.37	A
T1	Tall Utah 52 - 70	0%	49.97	3	1.37	B
T8	Golden blanchino	10%	48.67	3	1.37	BC
T6	Golden blanchino	5%	45.27	3	1.37	CD
T3	Tall Utah 52 - 70	8%	44.1	3	1.37	DE
T2	Tall Utah 52 - 70	5%	43.8	3	1.37	DE
T5	Golden blanchino	0%	41.97	3	1.37	DE
T4	Tall Utah 52 - 70	10%	39.8	3	1.37	E

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que la mayor altura de planta lo tuvo el T7 con 55 cm. Y quedando en último lugar el T4 con 39.8 cm. Debemos tomar en cuenta las características morfológicas de cada variedad, ya que en el transcurso del trabajo de campo se notaron claramente las diferencias entre ambas, atribuyendo la fertilización foliar (niveles de biol), para el desarrollo de las mismas, esto nos indica que los factores actúan conjuntamente, es decir que no son independientes uno del otro, ya que al

tener una dosis exacta de fertilizante, la planta puede desarrollarse con mayor facilidad y así lograr una buena producción del cultivo.

Según Mita (2016), menciona que estos resultados obtenidos, bajo condiciones homogéneas de suelo están determinados por la absorción de nutrientes a través del tejido especializado de la raíz. Se observa un efecto positivo en la absorción foliar, siendo que el tratamiento T2 (dosis 20%) supera en 26, 33 cm de altura.

Según Ronen (2010), la fertilización foliar es una forma de fertilización de más rápida absorción de las plantas por las estomas de las hojas y que principalmente ayudan en el proceso de crecimiento de las plantas, además es un repelente natural contra el pulgón y plagas.

Al respecto, Ramírez (2010), indica que la nutrición foliar es una efectiva herramienta de manejo, ya que favorece e influencia los estados de crecimiento pre reproductivos, compensando el estrés inducido por el ambiente; como: condiciones adversas de crecimiento y/o una pobre disponibilidad de nutrientes.

6.2.2. Diámetro del cuello de la raíz.

Los datos obtenidos en la cosecha, nos dan a interpretar el cuadro 8, donde para la variable diámetro del cuello de la raíz, esta se vio influenciado por el ambiente protegido.

Cuadro 8. Análisis de Varianza para el diámetro del cuello de la raíz.

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2228.86	9	247.65	18.23	0.0001
Bloque	0.53	2	0.27	0.02	0.9807 NS
Variedad	361.15	1	361.15	26.58	0.0001*
Dosis	108.64	3	36.21	2.67	0.0883 NS
V*D	1758.54	3	586.18	43.14	0.0001*
Error	190.23	14	13.59		
Total	2419.09	23			

* = Significativo, NS = No Significativo

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de varianza de la variable diámetro del cuello de la raíz, nos indica que para los bloques no se tuvo significancia, lo que da conocer que la temperatura no tuvo relevancia en cuanto al desarrollo del cuello de la raíz de la planta y que también los bloques son homogéneos.

Para el caso del factor variedad podemos ver que, si hubo significancia, es decir que las variedades si son diferentes estadísticamente en la variable diámetro del cuello de la raíz, y que se debe realizar una prueba de medias Duncan.

En el factor dosis de biol podemos ver que no hubo significancia es decir que son estadísticamente iguales. Y finalmente para la interacción entre factores tenemos un resultado significativo donde se corrobora que ambos factores son dependientes. Por consiguiente, también se realizará la prueba de medias de Duncan.

El coeficiente de variabilidad $CV=10.59\%$, nos indica que los datos son confiables, y que dicho coeficiente es menor a 12% , cuyo valor es permitido para ambientes protegidos.

En el cuadro 9, podemos ver los resultados de la prueba Duncan para el factor variedad.

Cuadro 9. Comparación de medias según prueba Duncan (Variedades).

Variedad	Medias	n	E.E.	Orden
Goldenblanchino	38	12	1.06	A
Tall Utah 52 - 70	30	12	1.06	B

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que la variedad Golden blanchino tuvo un mayor diámetro del cuello de la raíz de la planta con 38 mm. A diferencia de la variedad Tall Utah 52-70 con 30 mm de diámetro. Todo esto se atribuye a las diferentes morfologías para cada variedad. Como también factores edafoclimáticos.

La falta de significancia entre los niveles de biol puede deberse a que el sustrato que se utilizó para el cultivo contaba con los suficientes nutrientes para la planta de apio hasta la cosecha. También sería aconsejable que se aumente el número de veces de aplicación de biol ya que se aplicaba cada 15 días.

En la interacción podemos ver el cuadro 10, donde se interpreta de la siguiente manera.

Cuadro 10. Comparación de medias según prueba de Duncan (Interacción de factores).

Tratamiento	Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.	Orden
T1	Tall Utah 52 - 70	0%	47	3	2.13	A
T8	Golden blanchino	10%	43	3	2.13	A
T7	Golden blanchino	8%	43	3	2.13	A
T6	Golden blanchino	5%	42	3	2.13	A
T2	Tall Utah 52 - 70	5%	29	3	2.13	B
T3	Tall Utah 52 - 70	8%	28	3	2.13	B
T5	Golden blanchino	0%	26	3	2.13	B
T4	Tall Utah 52 - 70	10%	18	3	2.13	C

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tratamiento T1 se le atribuye un resultado de 47 mm. Donde este tuvo el mayor diámetro del cuello de la raíz, quedando en último lugar el tratamiento T4 con 18 mm de diámetro de dicha variable.

Por lo tanto, se observa que la variedad Tall Utah 52-70 con 0% de biol es el mejor tratamiento para obtener mejores resultados en el diámetro del cuello de la raíz.

Los resultados obtenidos en la producción hidropónica el diámetro del cuello de la raíz a diferentes densidades (D), en la variedad *Tall-utah* 52-70 donde D1, D2, D3 (7.6, 7.4, 6.1cm respectivamente), se atribuye a mayor densidad menor diámetro porque existe competencia de luz y nutrientes. Corrobora que la variedad *Tall-Utah* 52-70 puede tener mayor diámetro, (Medrano 2002).

Machaca, (2010) en cuanto al diámetro del cuello de la raíz, la variedad *Tall-Utah* 52-70 con los tres niveles se obtuvieron (N1=2.64, N2=3.54 y N3=4.45cm respectivamente), tiene mayor diámetro con relación a la variedad *Golden self blanching* (N1=2,46, N2=2,89 y N3=4,25cm respectivamente), esto demuestra que la incorporación de estiércol de ovino tuvo una incidencia significativa sobre el diámetro.

6.2.3. Número de pencas.

La variable número de pencas es atribuible a mucha importancia, donde los datos se obtuvieron al momento de la cosecha.

El análisis de varianza del cuadro 11, nos muestra los siguientes resultados.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para el numero de pencas.

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	199.29	9	22.14	1.23	0.3505
Bloque	44.33	2	22.17	1.23	0.3212 NS
Variedad	45.38	1	45.38	2.52	0.1344 NS
Dosis	73.79	3	24.6	1.37	0.2931 NS
V*D	35.79	3	11.93	0.66	0.588 NS
Error	251.67	14	17.98		
Total	450.96	23			

* = Significativo, NS = No Significativo

Fuente: Elaboración Propia.

Para el caso de bloques no existe significancia, lo que nos indica que la temperatura no tuvo influencia alguna en la variable número de pencas y que por consiguiente los bloques son homogéneos.

En el factor variedades también se obtuvo como resultado que no existe significancia lo que refleja que ambas variedades son estadísticamente iguales en cuanto al número de pencas a la cosecha. Así mismo en el factor dosis de biol se observa que también no existe significancia lo que da a entender que si se aplica distintos niveles de biol al cultivo, el número de pencas a la cosecha son iguales estadísticamente.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de CV=12.22 %, lo que nos indica que los datos son confiables, cuyo valor es menor al 15%, nivel que es permitido en ambientes protegidos.

Podemos ver que los tratamientos son estadísticamente iguales, tomando en cuenta que el tratamiento T4 tuvo un mayor número de pencas con respecto a los otros tratamientos con 38 pencas a la cosecha. Cabe resaltar que este fue el tratamiento

que se comportó mejor para la variedad Tall Utah 52-70 con una dosis de biol de 10%, si los tratamientos son estadísticamente iguales podría utilizarse el T1 para reducir costos de producción.

6.2.4. Rendimiento en materia verde.

La variable rendimiento en materia verde nos muestra el siguiente análisis de varianza mostrado en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para el rendimiento en materia verde.

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	108.39	9	12.04	3.71	0.0142
Bloque	47.1	2	23.25	7.25	0.0069 *
Variedad	0.00082	1	0.00082	0.00025	0.9876 NS
Dosis	39.36	3	13.12	4.04	0.0291 *
V*D	21.93	3	7.31	2.25	0.1275 NS
Error	45.47	14	3.25		
Total	153.86	23			

* = Significativo, NS = No Significativo

Fuente: Elaboración Propia.

Para el caso de bloques podemos observar que existe significancia lo que nos indica que la temperatura tuvo efecto en la variable rendimiento en materia verde, cabe resaltar al tener un efecto en el rendimiento, los bloques no son homogéneos, exactamente debido a la ubicación de los bloques en estudio, ya que el bloque I y III estuvieron a los extremos del ambiente protegido y por consiguiente la temperatura es la gradiente que no se pudo controlar, debido a la existencia de ventanas contiguas a los bloques, sin embargo el bloque II tuvo mejores resultados en cuanto al rendimiento en materia verde, ya que dicho bloque se encontraba con una mejor ubicación entre bloques I y III, y es así que la temperatura no tuvo mucha fluctuación en el desarrollo de la planta. También podemos indicar que en cuanto haya una mayor fluctuación de temperatura el rendimiento en materia verde será diferente.

En el factor variedad para la variable rendimiento en materia verde podemos ver que no existe significancia, es decir que ambas variedades son iguales estadísticamente y que no tuvieron efecto directo en el rendimiento.

En cuanto a las dosis de biol, el cuadro ANVA nos refleja que si existe significancia, lo que da a entender que para una determinada dosis de biol el rendimiento es diferente estadísticamente, y para observar que dosis fue la más favorable debe realizarse una prueba de Duncan.

Para la interacción existente entre factores niveles de biol y variedades se ve que no existe significancia, lo que nos indica que ambos factores son independientes en la variable rendimiento en materia verde y que ambos factores actúan individualmente uno del otro o viceversa. Y que aplicando cual sea la combinación entre niveles de biol y variedad los rendimientos serán iguales estadísticamente.

El coeficiente de variabilidad $CV=13.59\%$ nos indica que existe confiabilidad en los datos, ya que dicho valor es menor a 18% , valor que es permitido para ambientes protegidos.

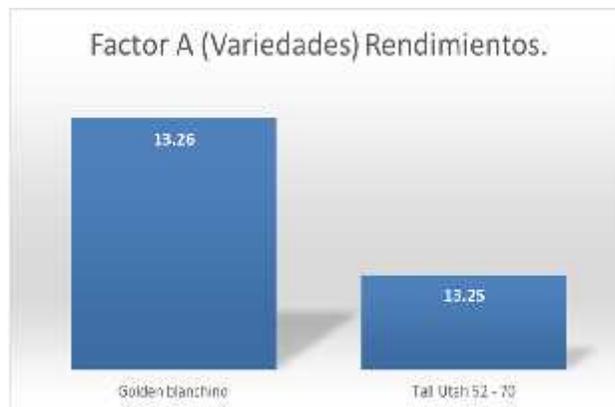


Figura 4. Rendimiento para variedades.

En la figura N°4 podemos observar claramente que la diferencia entre medias no es de mucha significancia teniendo un promedio para variedad Golden blanchino un rendimiento de 13.26 kg/m^2 , y para la variedad Tall Utah 52-70 un rendimiento de 13.25 kg/m^2 .

Para el factor dosis de biol podemos observar en el cuadro 13, que si existe diferencia estadística entre las diferentes dosis aplicados en el cultivo para la variable rendimiento en materia verde.

Cuadro 13. Comparación de medias según prueba de Duncan (Dosis de Biol).

Dosis	Medias	n	E.E.	Orden
8%	15.41	6	0.74	A
10%	13.03	6	0.74	B
5%	12.42	6	0.74	B
0%	12.17	6	0.74	B

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que existen dos grupos de clasificación, Para el orden A con 8% de biol se ve que tuvo un mejor rendimiento en cuanto al otro grupo de clasificación, con una media de 15.41 kg/m², el grupo B nos muestra que son iguales estadísticamente.

Donde se observa que existen tres grupos de orden diferentes, teniendo al tratamiento T7 con 15.49 Kg/m² de rendimiento en materia verde y al tratamiento T3 con 15.32 kg/m², ambos pertenecientes al grupo A, que estadísticamente son iguales. Por otro lado, los tratamientos T2, T8, T5 y T4 pertenecen al grupo AB que también son estadísticamente iguales y por último los tratamientos T1 y T6 pertenecen al grupo B que por consiguiente de igual forma son iguales.

Con esto podemos decir que se obtuvo un mayor rendimiento en materia verde para la variedad Golden blanchino y 8% de biol y para la variedad Tall Utah 52-70 de igual forma con 8% de biol, esto nos indica que ambos factores tienen efecto directamente en cada variedad.

En el cultivo de apio la producción en suelo, en invernaderos se ha obtenido un rendimiento de 13 TM/ha, equivale a 1.3 kg/m² y en lo hidropónico 3.5 kg/m², (Marulanda, 2003).

La producción de apio, al aplicar diferentes niveles de estiércol con la variedad *Tall utah 52-70* se obtuvo, lo siguiente 3.3 kg/m² respectivamente, y con la variedad *Golden self blanchino* se tuvo 2.77kg/m² respectivamente. Machaca (2010).

Según Sendra (2011), durante la cosecha manual de apio se eligen plantas de más de 500 gr. pudiendo llegar en algunas variedades a 1500 gr. Alcanzando un rendimiento aproximado de 60 - 90 T/ha.

PRODAR (s. f.), menciona que los valores más comerciales son el conjunto de pencas que se encuentran entre 460 – 720 g, además señala que un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro. Otros índices de calidad son el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, ausencia de defectos tales como: pecíolos esponjosos, tallos florales y partiduras, así como ausencia de daños por insectos y pudriciones.

6.3. Comportamiento del cultivo de apio en el rendimiento.

Esta diferencia de rendimientos podría atribuirse al efecto directo entre variedades para cada dosis de biol en el rendimiento y que ambos factores son independientes uno del otro. (Cuadro 14)

Cuadro 14. Rendimiento según el ciclo vegetativo.

Tratamiento	Variedad	Dosis	Rendimiento (Ciclo vegetativo)		
			Kg/m ²	Kg/ha	T/ha
T1	Tall utha 52-70	0%	11.19	111900	111.9
T2	Tall utha 52-71	5%	13.99	139900	139.9
T3	Tall utha 52-72	8%	15.32	153200	153.2
T4	Tall utha 52-73	10%	12.55	125500	125.5
T5	Golden blanching	0%	13.15	131500	131.5
T6	Golden blanching	5%	10.85	108500	108.5
T7	Golden blanching	8%	15.49	154900	154.9
T8	Golden blanching	10%	13.51	135100	135.1

Fuente: Elaboración Propia.

Humeres y Carballo (1991), mencionan que los nutrientes tienen una acción directa sobre el crecimiento de las plantas, número de hojas, tamaño de fruto y número de flores. En los procesos químicos – fisiológicos, junto al nitrógeno, potasio y fósforo intervienen en el mayor rendimiento de la planta.

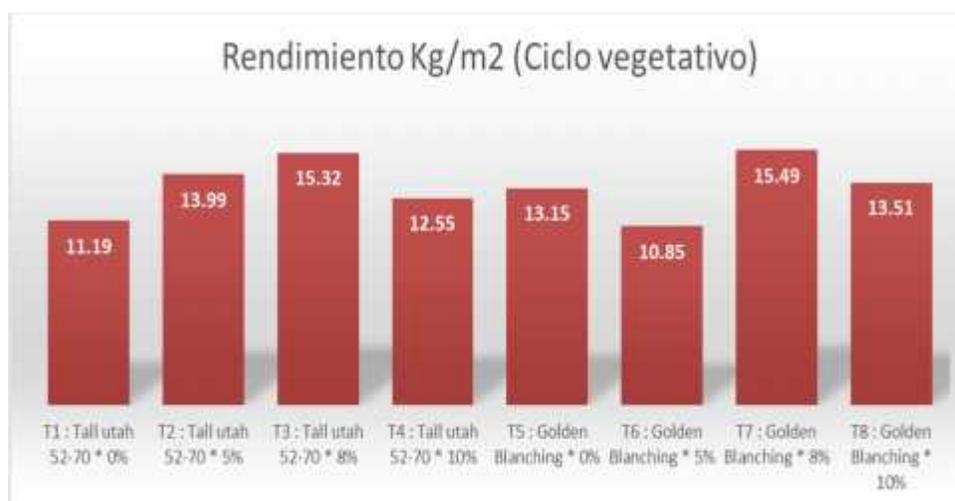


Figura 5. Rendimiento en Kg/m².

En la figura 5 podemos observar que el tratamiento T7 tuvo el mejor rendimiento con 15.49 Kg/m², y el tratamiento T3 tuvo un rendimiento de 15.32 Kg/m² que estadísticamente son iguales y que ambos factores actúan independientemente uno del otro o viceversa.

Para la FAO (1993), la aportación de elementos nutritivos en los cultivos crecerá bien y darán buenos rendimientos, el aprovechamiento eficaz de los nutrientes puede duplicar el rendimiento.

6.4. Variables económicas.

6.4.1. Análisis económico.

El análisis económico pretende dar las mejores alternativas al productor, como consecuencia de la investigación agrícola. En este sentido, en el presente trabajo de investigación se realizó los análisis económicos con las actividades realizadas e insumos utilizados, con las respectivas aplicaciones de diferentes niveles de aplicación de biol en las dos diferentes variedades de apio.

6.4.2. Rendimiento ajustado.

Se refiere al rendimiento promedio de cada tratamiento, menos un 10% que refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el posible rendimiento que se puede obtener en condiciones del productor. (Cuadro 15).

Cuadro 15. Rendimiento ajustado.

Rendimiento	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento promedio (kg/m ²)	12.48	13.99	15.32	12.55	12.72	10.85	16.96	13.51
Rendimiento ajustado (-10%)	11.23	12.59	13.79	11.3	11.45	9.76	15.26	12.16

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando en cuenta el porcentaje de ajuste, refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el nivel del productor, se tiene los siguientes valores registrados, el tratamiento T7 tuvo un rendimiento de 15.26 Kg/m², todo esto atribuido al nivel de biol aplicado y el rápido desarrollo de la planta, teniendo el primer lugar en rendimientos en materia verde con respecto a los otros tratamientos. El rendimiento ajustado también puede ser atribuido al desperdicio, accidentes de cosecha, clasificación de tallos para la venta, etc.

6.4.3. Costos de producción.

Para analizar esta variable se tomó en cuenta los costos fijos y los costos variables, la suma de ambos costos da el costo de producción total, este valor es correspondiente al gasto total productivo de la presente investigación.

Machaca (2007), señala que el costo de producción se define como la suma de los costos fijos y los costos variables correspondientes a un proceso productivo.

El costo total fijo es el costo de campo es el precio de campo multiplicado por la cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesitan en un área determinada. (Perrin, 1979).

El mismo autor informa que los costos que varían son los costos relacionados con los insumos comprados y la maquinaria que varían de un tratamiento a otro.

Los costos variables son aquellos costos que varían en una producción agrícola que incluyen los insumos y la mano de obra requerida. Machaca (2007).

6.4.4. Costos fijos.

En la determinación de los costos fijos se consideraron los gastos realizados en la investigación en lo que se refiere las herramientas y los materiales de campo utilizados en las prácticas agronómicas que hicieron posible la aplicación de diferentes dosis o niveles de aplicación de biol en las dos variedades de apio, así también como todos los gastos que se realizó durante todo el proceso productivo.

6.4.5. Costos variables.

Calatayud, (2006) indica que los costos variables son aquellos que varían en una producción agrícola que incluyen los insumos y la mano de obra.

En el (Cuadro 16), se presenta el detalle de los costos fijos, costos variables y los costos totales de la producción del cultivo de apio por metro cuadrado.

6.4.6. Análisis económico de los costos totales.

En el (Cuadro 16), se puede ver que los costos totales de producción, aumentan a medida que se incrementa la utilización de mayores niveles de biol.

Cuadro 16. Costos Totales de Producción.

	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Costos variables (Bs)	95	105	115	130	95	105	115	130
Costos fijos (Bs)	38	38	38	38	38	38	38	38
Total costos (Bs)	133	143	153	168	133	143	153	168
Imprevistos (10%)	13.3	14.3	15.3	16.8	13.3	14.3	15.3	16.8
Total costos de prod.(Bs)	146.3	157.3	168.3	184.8	146.3	157.3	168.3	184.8

Fuente: Elaboración Propia.

6.4.7. Ingreso bruto.

El beneficio bruto se calcula multiplicando el rendimiento, por el precio promedio de kilogramo de apio (kg*Bs), los tratamientos que presentaron mejores ingresos brutos, fueron el tratamiento T7 (Var.Golden blanchino * 8% de biol) y el tratamiento T3 (Tall Utah 52-70 * 8% de biol) con 97.6 Bs/m² y 96.5 Bs/m² respectivamente y el que menos ingreso bruto obtuvo fue el tratamiento T6 (Var.Golden blanchino * 5% de biol) con 68.4 Bs/m², a estos resultados se atribuye que cada factor estudiado en los tratamientos influye en el ingreso bruto, los cuales se observan en el (Cuadro 17).

Cuadro 17. Ingreso Bruto.

	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento promedio (kg/m ²)	11.19	13.99	15.32	12.55	13.15	10.85	15.49	13.51
Rendimiento ajustado (-10%)	10.07	12.59	13.79	11.3	11.84	9.77	13.94	12.16
Precio Bs/Kg	7	7	7	7	7	7	7	7
Beneficio bruto Bs/m ²	70.5	88.1	96.5	79.1	82.8	68.4	97.6	85.1
Beneficio bruto Bs/ área exp.	158.6	198.2	217.1	177.3	186.3	153.9	219.6	191.5

Fuente: Elaboración Propia.

6.4.8. Ingreso neto.

El ingreso neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de la producción obtenida (Calatayud, 2006). Para ello se obtuvo un beneficio bruto de la producción por cada tratamiento realizado, en el cual se procedió al cálculo de restado de todo el costo de producción esto también para cada tratamiento puesto que cada uno de ellos obtuvo el costo de producción diferenciado.

Podemos observar que el mejor beneficio bruto/área experimental lo obtuvo el tratamiento T7 (Var.Golden blanchino * 8% de biol) con 45.8 Bs, seguidamente del tratamiento T3 (Tall Utah 52-70 * 8% de biol) con 43.32 Bs y quedando en último lugar el tratamiento T6 (Var.Golden blanchino * 5% de biol) con una pérdida de 3.4 bs. (Cuadro 18).

6.5. Cálculo de relación Beneficio/Costo (B/C).

En el presente cuadro podemos observar la relación existente entre en beneficio bruto por área experimental y los costos de producción para el cultivo.

Cuadro 18. Relacion Beneficio Costo.

	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento promedio (kg/m ²)	11.19	13.99	15.32	12.55	13.15	10.85	15.49	13.51
Rendimiento ajustado (-10%)	10.07	12.59	13.79	11.3	11.84	9.77	13.94	12.16
Precio Bs/Kg	7	7	7	7	7	7	7	7
Beneficio bruto Bs/m ²	70.5	88.1	96.5	79.1	82.8	68.4	97.6	85.1
Beneficio bruto Bs/ área exp.	158.6	198.2	217.1	177.3	186.3	153.9	219.6	191.5
Costos de producción	146.3	157.3	168.3	184.8	146.3	157.3	168.3	184.8
Ingreso neto	12.3	40.9	48.8	-7.5	40	-3.4	51.3	6.7
B/C	1.08	1.26	1.29	0.96	1.27	0.98	1.3	1.04

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede ver que existen tratamientos donde el B/C es mayor a 1 donde se obtuvo ganancia. Como también se observa que en algunos tratamientos no existe ganancia. Para el T7 (Var. Golden blanchino * 8% de biol) se tiene un B/C de 1.3, donde por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0.3 Bs y para el tratamiento T3 (Tall Utah 52-70 * 8% de biol) también se obtuvo un B/C de 1.29, donde también se observa que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0.29 Bs. Este fenómeno ocurrido se debe a varios factores, donde para la variedad se pudo ver que son iguales estadísticamente y que solo al aplicar un diferente nivel de biol se obtuvo diferentes rendimientos lo que influyó directamente en los beneficios netos, por otro lado cabe resaltar que la similitud se debió a que para el tratamiento T7 se obtuvo un mayor rendimiento pero también para los costos de producción fue mayor debido al nivel de biol aplicado, y para el caso del tratamiento T3 se obtuvo rendimientos más bajos pero los costos de producción también fueron menores.

Para el caso del tratamiento T4 (Var. Tall Utah 52-70 * 10% de biol) se tiene un B/C de 0.96, donde se puede ver claramente que existe pérdida, es decir que por cada boliviano invertido se pierde 0.4 Bs.

7. CONCLUSIONES.

Después de observar los resultados en el presente trabajo se llega a las siguientes conclusiones.

Se puede observar que la temperatura es un factor que si influye en las variables en estudio y que por consiguiente tiene efecto en el cultivo, también debido a la morfología de cada variedad del cultivo.

Para los factores de estudio, factor A (Variedades) y factor B (Dosis de biol) se pudo observar que para cada variable tienen un diferente comportamiento, todo esto referido al comportamiento productivo del cultivo.

Para el caso de las variables agronómicas, la variable de respuesta altura de planta los factores variedades y dosis de biol tuvieron diferencias significativas, donde los factores ya mencionados influyeron directamente en la altura, como también para la interacción se obtuvo diferencias significativas, donde debemos resaltar que para dicha variable el tratamiento más favorable fue T7 con una media de 55 cm de altura, el tratamiento T4 quedando en último lugar con 39.8 cm de altura.

En cuanto se refiere a la variable diámetro del cuello de la raíz se obtuvo que para el factor A las diferencias son significativas, donde se observó que las variedades son diferentes en cuanto a la variable mencionada, para el factor B resulto ser no significativo, lo que nos indica que para que cualquier dosis de biol el diámetro de cuello será el mismo, en la combinación existente entre variedades y dosis de biol se obtuvo significancia, quedando en primer lugar el tratamiento T1 con 47 mm de diámetro y en último lugar el tratamiento T4 con 18 mm de diámetro del cuello de la raíz.

En relación a la variable número de pencas para ambos factores y la combinación entre ellos no se obtuvo significancia, lo cual nos indicó que utilizando cualquier

variedad y dosis de biol el número de pencas es el mismo estadísticamente. Tomando en cuenta el tratamiento más favorable con 38 pencas/m²/ciclo vegetativo.

Y por último para las variables agronómicas el rendimiento en materia verde, el factor A (Variedades) tuvo un resultado significativo, donde las variedades tienen resultados diferente en cuanto al rendimiento, para el factor B (Dosis de biol) se obtuvo un resultado no significativo, lo que nos indica que utilizando cualquier nivel de biol el rendimiento es el mismo, en la interacción existente entre factores el más favorable fue el tratamiento T7 con una media de 15.49 kg/m²/ciclo vegetativo, y quedando en último lugar el tratamiento T6 con una media de 10.85 Kg/m²/ciclo vegetativo.

Para el análisis económico, el beneficio costo del cultivo tomando en cuenta ambos factores y tratamientos, para algunos tratamientos se obtuvo valores mayores a uno, lo cual nos da a conocer que existe ganancia, quedando con un mayor beneficio costo el tratamiento T7 con un valor de 1.3, como también se observó que existe pérdida para algunos tratamientos, donde el tratamiento T4 obtuvo mayores pérdidas cuyo valor del beneficio costo fue de 0.96.

8. RECOMENDACIONES.

Se recomienda utilizar dosis más altas de biol en el cultivo para observar diferencias más significativas.

Se sugiere realizar estudios del cultivo de apio con aplicaciones de biol a campo abierto, ya que la construcción o alquiler del ambiente protegido incide en los costos de producción muy drásticamente. Y ver las diferencias existentes en campo abierto y ambiente protegido referido a las variables económicas.

Se recomienda realizar estudios entre las diferencias que existen entre un fertirriego y una fertilización foliar.

Se recomienda utilizar una combinación de cultivos, todo esto para la mejor venta del cultivo.

9. BIBLIOGRAFIA.

- J **AGUIRRE, J.** 1963. Suelos, Abonos y Enmiendas. Editorial Dossat, S. A. Plaza Santa Ana 9. Madrid – España. and nutritive values. Second Edition, Champman and Hall, New Cork, U. S. A. 843p.
- J **AOPEB (1999).** (Asociación de Organización de Productores Ecológicos de Bolivia). 5ta ed. La Paz, Bolivia. 1-70 pp.
- J **BUCKMAN, H. & N. BRADY,** 2003, naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial Limusa, S.A. Mexico, 590p.
- J **BELLETI,** 1990, Sedano. En: V. Bianco, F. Pimpini (ed.). Orticoltura patron Editore,Bologna, Italia, 192-201.
- J **BELLAPART, C.** 2002. Nueva Agricultura Biológica en equilibrio con la Agricultura Química. Editorial Mundi Prensa. España. pp. 298.
- J **COLQUE, T.** (2005). Producción de Biol Abono líquido natural y Ecológico. Puno Perú. Pdf.
- J **CASSERES, E.** 2001. Producción de hortalizas, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José - Costa Rica. pp. 20-25.
- J **CHILON, E.** 2000. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz - Bolivia .pp.170-185.
- J **CHILON, E.** 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz - Bolivia .pp.170-185.
- J **CHILON, E. & CHILON, J.,** 2015. “Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)”. Reporte de investigación publicado Cienciagro1: 35-42. Ibepa. www.ibepa.org
- J **CHILON, C. E.** 2014. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Editorial CIDAT. La Paz, Bolivia. pp. 19-60
- J **CAJAMARCA, D.** 2012. Procedimientos para la elaboración de Abonos Orgánicos. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- J **CHOQUE, C.** 2008. Edafología. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 47-72

- J **CASSERES, E. 1980.** Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial IICA. San José, Costa Rica. pp. 192 – 202.
- J **DEL PINO, M. 2018.** Guía didáctica: cultivo y producción de apio (en línea). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Buenos Aires, Argentina. Consultado 23 mayo. 2018. Formato PDF. Disponible en: www.agro.unlp.edu.ar
- J **FAO. 2005.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Reino de Bélgica.
- J **FLORES, J. 2005.** Carpas solares, técnicas de construcción. Editorial Huellas. La Paz – Bolivia. pp. 10-28.
- J **GUERRERO, W. (1993).** Fertilizantes orgánicos Consultado el 28 de Julio 2016, disponible en <http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/pir/directivageneral8htm>.
- J **GUERRERO, G. A. 1993.** El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Editorial Mundi Prensa, p. 10, 25, 48.
- J **GOMERO, L. 1999.** Manejo ecológico del suelo. Primera edición. Editorial Stefang SRL. Lima – Perú. P. 182-196.
- J **GUZMAN, J. 2006.** Apuntes de clases de Diseños Experimentales II. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. p. 25.
- J **HARTMAM, F. 1990.** Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. pp. 30,38-90.
- J **HARTMAM, F. 2002.** Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. pp. 30,38-90.
- J **INFOAGRO. 1992.** El cultivo de apio. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm>
- J **LABRADOR, J. 1996.** La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones Mundi Prensa Madrid – España. P. 93 – 103.
- J **LAMPKIN, N. 2002.** Agricultura ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa Madrid España p. 5 a 7 de 109 a 117.

- J **MARULANDA, C.** 2003. Hidroponia Familiar. Editorial Optigraf. Armenia-Colombia.
- J **MITA, X.** 2016. Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de quirquiña (*Porophyllum ruderale*), en invernadero en la estación experimental de Patacamaya. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andres.
- J **MAROTO, J. V.** 1990. Elementos de Horticultura Genmeral, 1a edicion Editorial MUNDI PRENSA. MADRID, Espana, 568p.
- J **MACHACA, F.** 2007. Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens* L.), bajo ambiente protegido en el 75 municipio de El Alto. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- J **PERRIN,** 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Folleto informático; Nro 27 CIMMYT. México. P 54.
- J **RESTREPO, R. J.** (2002). Agricultura Orgánica, Biofertilizantes preparados a base de estiércol de vaca. Colombia. 17-36, 61-75 pp.
- J **RESTREPO, R. J.** (2001). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Biopreparados y biofermentados basados en estiércol. Ed. Rev. San José, Costa Rica.
- J **RESH, H. (2006),** Cultivos Hidropónicos. Segunda Edición. Editorial ICTHUS. Madrid, España. pp. 238-296.
- J **RUBATZKI, V.E., M. YAMAGUCHI.** 1997. WOrld vegetables. Principales, produccion, and nutritive values. Second Edition, Champman and Hall, New Cork, U. S. A. 843p.
- J **SERRANO, Z.** (1979). Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Ed. Aedos, Barcelona-España., p. 239-252.
- J **SENAMHI,** 2007. Boletín Climatología, La Paz – Bolivia.
- J **SÁNCHEZ, R, R.** (2003). Abonos orgánicos y Lombricultura. Lima, Perú. Ripalme. 50-60 pp.
- J **SÁNCHEZ, R, C.** (2004). Cultivo y Comercialización de Hortalizas. Perú, RIPALME E.I.R.L. 122 pp.

-) **VALDEZ. A.** 1995. Abonos, insecticidas y fungicidas organicos. 1ra. Edicion. La Paz –Bolivia. pp. 13 – 26.
-) **VIGLIOLA, M.** 1992. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 81-89.
-) **VIGLIOLA, M.** 1992. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 81-89.
-) **VIGLIOLA, M.** 1992. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 90-91.
-) **VIGLIOLA, M.** 1992. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 81-89.
-) **VIGLIOLA M.** Manual de Horticultura. 4 ed. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 235p.

ANEXOS

Anexo 1. Toma de datos para la variable número de pencas. (primera cosecha).

				NUMERO DE PENCAS			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	7	9	8	6
	T2	Tall utha 52-71	5%	7	9	7	10
	T3	Tall utha 52-72	8%	8	6	10	9
	T4	Tall utha 52-73	10%	8	6	9	7
	T5	Golden blanchino	0%	7	9	7	7
	T6	Golden blanchino	5%	6	7	3	7
	T7	Golden blanchino	8%	10	10	11	7
	T8	Golden blanchino	10%	6	9	7	6
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	8	6	5	7
	T2	Tall utha 52-71	5%	7	7	6	9
	T3	Tall utha 52-72	8%	6	5	7	7
	T4	Tall utha 52-73	10%	8	6	9	9
	T5	Golden blanchino	0%	5	4	6	5
	T6	Golden blanchino	5%	7	5	6	6
	T7	Golden blanchino	8%	8	6	11	6
	T8	Golden blanchino	10%	5	6	6	7
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	6	5	7	6
	T2	Tall utha 52-71	5%	7	6	8	11
	T3	Tall utha 52-72	8%	7	6	7	9
	T4	Tall utha 52-73	10%	8	6	9	7
	T5	Golden blanchino	0%	5	5	4	4
	T6	Golden blanchino	5%	7	7	8	8
	T7	Golden blanchino	8%	6	8	10	7
	T8	Golden blanchino	10%	4	6	6	6

Anexo 2. Toma de datos para la variable altura de la planta. (primera cosecha).

				ALTURA DE PLANTA (cm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%		52	48	62
	T2	Tall utha 52-71	5%	38	42	42	42
	T3	Tall utha 52-72	8%	42	33	42	37

	T4	Tall utha 52-73	10%	38	36	36	42
	T5	Golden blanchino	0%	33	44	32	40
	T6	Golden blanchino	5%	52	52	35	46
	T7	Golden blanchino	8%	52	53	49	44
	T8	Golden blanchino	10%	49	58	48	49
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	44	38	38	48
	T2	Tall utha 52-71	5%	42	40	43	43
	T3	Tall utha 52-72	8%	42	32	38	36
	T4	Tall utha 52-73	10%	33	44	32	40
	T5	Golden blanchino	0%	33	32	32	30
	T6	Golden blanchino	5%	42	40	38	38
	T7	Golden blanchino	8%	54	42	56	45
	T8	Golden blanchino	10%	35	43	44	42
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	42	42	36	48
	T2	Tall utha 52-71	5%	40	40	34	42
	T3	Tall utha 52-72	8%	40	30	38	32
	T4	Tall utha 52-73	10%	33	44	32	40
	T5	Golden blanchino	0%	33	28	27	28
	T6	Golden blanchino	5%	42	35	33	36
	T7	Golden blanchino	8%	52	40	52	43
	T8	Golden blanchino	10%	33	36	40	35

Anexo 3. Toma de datos para la variable diámetro del cuello de la raíz. (primera cosecha).

				DIAMETRO DEL CUELLO (mm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	38	46	42	44
	T2	Tall utha 52-71	5%	33	42	26	38
	T3	Tall utha 52-72	8%	28	27	32	30
	T4	Tall utha 52-73	10%	21	28	22	24
	T5	Golden blanchino	0%	25	25	29	20
	T6	Golden blanchino	5%	49	44	51	44
	T7	Golden blanchino	8%	51	53	39	43
	T8	Golden blanchino	10%	48	53	38	41
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	61	51	54	48
	T2	Tall utha 52-71	5%	25	36	28	27
	T3	Tall utha 52-72	8%	27	29	21	33

	T4	Tall utha 52-73	10%	21	28	22	24
	T5	Golden blanchino	0%	31	24	20	26
	T6	Golden blanchino	5%	37	38	42	42
	T7	Golden blanchino	8%	45	49	33	32
	T8	Golden blanchino	10%	51	42	58	45
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	40	44	49	47
	T2	Tall utha 52-71	5%	22	26	21	26
	T3	Tall utha 52-72	8%	30	27	30	32
	T4	Tall utha 52-73	10%	21	28	22	24
	T5	Golden blanchino	0%	27	37	26	25
	T6	Golden blanchino	5%	31	38	41	46
	T7	Golden blanchino	8%	33	47	43	46
	T8	Golden blanchino	10%	28	41	41	38

Anexo 4. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (primera cosecha).

				RENDIMIENTO (gr)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	150	159	144	232
	T2	Tall utha 52-71	5%	121	133	191	255
	T3	Tall utha 52-72	8%	186	166	91	138
	T4	Tall utha 52-73	10%	156	113	173	135
	T5	Golden blanchino	0%	93	232	96	142
	T6	Golden blanchino	5%	121	126	49	127
	T7	Golden blanchino	8%	179	152	233	143
	T8	Golden blanchino	10%	157	192	98	122
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	111	80	92	104
	T2	Tall utha 52-71	5%	149	104	114	161
	T3	Tall utha 52-72	8%	107	63	79	101
	T4	Tall utha 52-73	10%	156	113	173	135
	T5	Golden blanchino	0%	63	48	53	37
	T6	Golden blanchino	5%	100	68	72	105
	T7	Golden blanchino	8%	127	96	223	112
	T8	Golden blanchino	10%	56	86	104	97
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	108	82	90	101
	T2	Tall utha 52-71	5%	149	83	112	160
	T3	Tall utha 52-72	8%	103	62	73	100
	T4	Tall utha 52-73	10%	156	113	173	135

T5	Golden blanchino	0%	62	46	53	36
T6	Golden blanchino	5%	97	65	74	102
T7	Golden blanchino	8%	114	101	214	110
T8	Golden blanchino	10%	67	56	102	97

Anexo 5. Toma de datos para la variable número de pencas. (segunda cosecha).

				NUMERO DE PENCAS			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	6	7	8	8
	T2	Tall utha 52-71	5%	5	5	6	8
	T3	Tall utha 52-72	8%	8	7	9	6
	T4	Tall utha 52-73	10%	7	7	8	4
	T5	Golden blanchino	0%	8	6	7	7
	T6	Golden blanchino	5%	7	7		4
	T7	Golden blanchino	8%	6	6	3	5
	T8	Golden blanchino	10%	9		6	7
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	7	5	5	5
	T2	Tall utha 52-71	5%	5	7	4	7
	T3	Tall utha 52-72	8%	7	5	8	6
	T4	Tall utha 52-73	10%	5	6	5	6
	T5	Golden blanchino	0%	6	6	5	6
	T6	Golden blanchino	5%	7	6	4	7
	T7	Golden blanchino	8%	5	7	5	5
	T8	Golden blanchino	10%	5	6	3	6
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	6	4	6	4
	T2	Tall utha 52-71	5%	5	5	6	7
	T3	Tall utha 52-72	8%	6	5	6	5
	T4	Tall utha 52-73	10%	8	6	9	8.6667
	T5	Golden blanchino	0%	5	5	5	5
	T6	Golden blanchino	5%	8	6	9	8.6667
	T7	Golden blanchino	8%	8	6	9	8.6667
	T8	Golden blanchino	10%	4	6	5	3

Anexo 6. Toma de datos para la variable altura de la planta. (segunda cosecha).

				ALTURA DE PLANTA (cm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	64	72	51	73
	T2	Tall utha 52-71	5%	50	47	49	45
	T3	Tall utha 52-72	8%	46	46	50	46
	T4	Tall utha 52-73	10%	42	38	43	33
	T5	Golden blanchino	0%	42	52	45	42
	T6	Golden blanchino	5%	58	58		40
	T7	Golden blanchino	8%	58	64	64	58
	T8	Golden blanchino	10%	33	44	32	40
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	52	56	40	52
	T2	Tall utha 52-71	5%	54	45	46	45
	T3	Tall utha 52-72	8%	60	48	48	46
	T4	Tall utha 52-73	10%	37	42	47	37
	T5	Golden blanchino	0%	50	52	47	65
	T6	Golden blanchino	5%	52	50	44	54
	T7	Golden blanchino	8%	56	65	56	49
	T8	Golden blanchino	10%	43	60	48	51
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	52	42	52	53
	T2	Tall utha 52-71	5%	52	48	48	50
	T3	Tall utha 52-72	8%	50	42	42	44
	T4	Tall utha 52-73	10%	33	44	32	40
	T5	Golden blanchino	0%	42	40	40	55
	T6	Golden blanchino	5%	33	44	32	40
	T7	Golden blanchino	8%	68	52	58	68
	T8	Golden blanchino	10%	48	52	53	45

Anexo 7. Toma de datos para la variable diametro del cuello de la raiz. (segunda cosecha).

				DIAMETRO DEL CUELLO (mm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	38	46	42	44
	T2	Tall utha 52-71	5%	33	42	26	38
	T3	Tall utha 52-72	8%	28	27	32	30
	T4	Tall utha 52-73	10%	21	28	22	24

	T5	Golden blanchino	0%	25	25	29	20
	T6	Golden blanchino	5%	49	44	51	44
	T7	Golden blanchino	8%	51	53	39	43
	T8	Golden blanchino	10%	48	53	38	41
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	61	51	54	48
	T2	Tall utha 52-71	5%	25	36	28	27
	T3	Tall utha 52-72	8%	27	29	21	33
	T4	Tall utha 52-73	10%	25	25	29	20
	T5	Golden blanchino	0%	31	24	20	26
	T6	Golden blanchino	5%	37	38	42	42
	T7	Golden blanchino	8%	45	49	33	32
	T8	Golden blanchino	10%	51	42	58	45
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	40	44	49	47
	T2	Tall utha 52-71	5%	22	26	21	26
	T3	Tall utha 52-72	8%	30	27	30	32
	T4	Tall utha 52-73	10%	25	25	29	20
	T5	Golden blanchino	0%	27	37	26	25
	T6	Golden blanchino	5%	31	38	41	46
	T7	Golden blanchino	8%	33	47	43	46
	T8	Golden blanchino	10%	28	41	41	38

Anexo 8. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (segunda cosecha.)

				RENDIMIENTO (gr)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	190	200	180	255
	T2	Tall utha 52-71	5%	130	105	135	190
	T3	Tall utha 52-72	8%	185	155	195	185
	T4	Tall utha 52-73	10%	145	140	145	70
	T5	Golden blanchino	0%	165	110	140	135
	T6	Golden blanchino	5%	125	140	140	95
	T7	Golden blanchino	8%	155	155	75	180
	T8	Golden blanchino	10%	215	255	190	220
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	160	135	65	115
	T2	Tall utha 52-71	5%	120	130	115	150
	T3	Tall utha 52-72	8%	210	130	210	120
	T4	Tall utha 52-73	10%	65	115	100	80
	T5	Golden blanchino	0%	160	160	120	215

	T6	Golden blanchino	5%	125	105	60	185
	T7	Golden blanchino	8%	125	90	130	105
	T8	Golden blanchino	10%	130	100	60	205
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	165	95	160	95
	T2	Tall utha 52-71	5%	145	115	145	130
	T3	Tall utha 52-72	8%	140	120	110	115
	T4	Tall utha 52-73	10%	145	140	145	70
	T5	Golden blanchino	0%	135	80	85	140
	T6	Golden blanchino	5%	145	140	145	70
	T7	Golden blanchino	8%	145	85	105	115
	T8	Golden blanchino	10%	105	220	130	70

Anexo 9. Toma de datos de la variable número de pencas. (tercera cosecha).

				NUMERO DE PENCAS			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	9	9	8	7
	T2	Tall utha 52-71	5%	8		10	10
	T3	Tall utha 52-72	8%	11	11	12	10
	T4	Tall utha 52-73	10%	9	6	10	8
	T5	Golden blanchino	0%	6	7	13	8
	T6	Golden blanchino	5%	7	4	5	7
	T7	Golden blanchino	8%	8	8	10	6
	T8	Golden blanchino	10%	7	13	9	10
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	6	8	6	6
	T2	Tall utha 52-71	5%	10	11	7	10
	T3	Tall utha 52-72	8%	7	10	10	10
	T4	Tall utha 52-73	10%	11	8	10	6
	T5	Golden blanchino	0%	9	10	8	9
	T6	Golden blanchino	5%	7	5	6	8
	T7	Golden blanchino	8%	8	7	8	8
	T8	Golden blanchino	10%	8	10	5	6
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	9	6	9	8
	T2	Tall utha 52-71	5%	8	10	9	8
	T3	Tall utha 52-72	8%	9	10	8	9
	T4	Tall utha 52-73	10%	9	9	12	9
	T5	Golden blanchino	0%	10	12	8	7
	T6	Golden blanchino	5%	13	8	8	7

	T7	Golden blanchino	8%	10	10	7	12
	T8	Golden blanchino	10%	10	8	11	9

Anexo 10. Toma de datos para la variable altura de la planta. (tercera cosecha).

				ALTURA DE PLANTA (cm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	60	56	58	55
	T2	Tall utha 52-71	5%	47		48	45
	T3	Tall utha 52-72	8%	44	44	45	43
	T4	Tall utha 52-73	10%	37	34	67	40
	T5	Golden blanchino	0%	43	47	43	45
	T6	Golden blanchino	5%	52	55	53	52
	T7	Golden blanchino	8%	58	64	50	44
	T8	Golden blanchino	10%	56	56	64	65
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	47	62	47	47
	T2	Tall utha 52-71	5%	44	52	41	46
	T3	Tall utha 52-72	8%	52	49	55	60
	T4	Tall utha 52-73	10%	43	46	46	36
	T5	Golden blanchino	0%	55	55	48	46
	T6	Golden blanchino	5%	51	49	54	63
	T7	Golden blanchino	8%	63	55	60	53
	T8	Golden blanchino	10%	52	63	46	51
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	58	47	52	52
	T2	Tall utha 52-71	5%	50	46	44	46
	T3	Tall utha 52-72	8%	48	44	49	44
	T4	Tall utha 52-73	10%	45	36	40	44
	T5	Golden blanchino	0%	45	43	37	40
	T6	Golden blanchino	5%	56	52	50	48
	T7	Golden blanchino	8%	61	49	62	63
	T8	Golden blanchino	10%	52	58	62	65

Anexo 11. Toma de datos para la variable diámetro del cuello de la raíz. (tercera cosecha).

				DIAMETRO DEL CUELLO (mm)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	40	44	49	47
	T2	Tall utha 52-71	5%	22	26	21	26
	T3	Tall utha 52-72	8%	30	27	30	32
	T4	Tall utha 52-73	10%				
	T5	Golden blanchino	0%	27	37	26	25
	T6	Golden blanchino	5%	31	38	41	46
	T7	Golden blanchino	8%	33	47	43	46
	T8	Golden blanchino	10%	28	41	41	38
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	61	51	54	48
	T2	Tall utha 52-71	5%	25	36	28	27
	T3	Tall utha 52-72	8%	27	29	21	33
	T4	Tall utha 52-73	10%				
	T5	Golden blanchino	0%	31	24	20	26
	T6	Golden blanchino	5%	37	38	42	42
	T7	Golden blanchino	8%	45	49	33	32
	T8	Golden blanchino	10%	51	42	58	45
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	38	46	42	44
	T2	Tall utha 52-71	5%	33	42	26	38
	T3	Tall utha 52-72	8%	28	27	32	30
	T4	Tall utha 52-73	10%	21	28	22	24
	T5	Golden blanchino	0%	25	25	29	20
	T6	Golden blanchino	5%	49	44	51	44
	T7	Golden blanchino	8%	51	53	39	43
	T8	Golden blanchino	10%	48	53	38	41

Anexo 12. Toma de datos para la variable rendimiento en materia verde. (tercera cosecha).

				RENDIMIENTO (gr)			
				M1	M2	M3	M4
BLOQUE I	T1	Tall utha 52-70	0%	330	245	270	240
	T2	Tall utha 52-71	5%	230		275	260
	T3	Tall utha 52-72	8%	335	230	330	355
	T4	Tall utha 52-73	10%	185	70	305	105

	T5	Golden blanchino	0%	195	305	360	205
	T6	Golden blanchino	5%	110	125	165	195
	T7	Golden blanchino	8%	240	265	315	255
	T8	Golden blanchino	10%	240	465	235	215
BLOQUE II	T1	Tall utha 52-70	0%	100	185	120	95
	T2	Tall utha 52-71	5%	190	215	210	180
	T3	Tall utha 52-72	8%	265	220	280	340
	T4	Tall utha 52-73	10%	195	165	200	95
	T5	Golden blanchino	0%	205	320	185	275
	T6	Golden blanchino	5%	160	90	185	155
	T7	Golden blanchino	8%	200	160	185	190
	T8	Golden blanchino	10%	155	285	75	160
BLOQUE III	T1	Tall utha 52-70	0%	115	130	205	160
	T2	Tall utha 52-71	5%	245	210	225	160
	T3	Tall utha 52-72	8%	245	195	180	225
	T4	Tall utha 52-73	10%	205	140	245	110
	T5	Golden blanchino	0%	195	255	115	90
	T6	Golden blanchino	5%	310	115	165	210
	T7	Golden blanchino	8%	110	140	130	225
	T8	Golden blanchino	10%	155	215	170	215

Anexo 13. Análisis de Varianza para la variable altura de la planta.

Nueva tabla_1 : 06/11/2019 - 10:29:40 p. m. - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	24	0.87	0.79	5.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	526.57	9	58.51	10.43	0.0001
B	24.07	2	12.03	2.14	0.1540
variedad	65.67	1	65.67	11.70	0.0041
dosis	107.13	3	35.71	6.36	0.0060
variedad*dosis	329.70	3	109.90	19.58	<0.0001
Error	78.56	14	5.61		
Total	605.13	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.6115 gl: 14

variedad	Medias	n	E.E.
blanca	47.73	12	0.68 A
tall utha	44.42	12	0.68 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.6115 gl: 14

dosis	Medias	n	E.E.
8%	49.55	6	0.97 A
0%	45.97	6	0.97 B
5%	44.53	6	0.97 B
10%	44.23	6	0.97 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.6115 gl: 14

variedad	dosis	Medias	n	E.E.
blanca	8%	55.00	3	1.37 A
tall utha	0%	49.97	3	1.37 B
blanca	10%	48.67	3	1.37 B C
blanca	5%	45.27	3	1.37 C D
tall utha	8%	44.10	3	1.37 D E
tall utha	5%	43.80	3	1.37 D E
blanca	0%	41.97	3	1.37 D E
tall utha	10%	39.80	3	1.37 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 14. Análisis de Varianza para la variable diámetro del cuello de la raíz.

Nueva tabla_2 : 06/11/2019 - 10:31:33 p. m. - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	24	0.92	0.87	10.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2228.86	9	247.65	18.23	<0.0001
B	0.53	2	0.27	0.02	0.9807
variedad	361.15	1	361.15	26.58	0.0001
dosis	108.64	3	36.21	2.67	0.0883
variedad*dosis	1758.54	3	586.18	43.14	<0.0001
Error	190.23	14	13.59		
Total	2419.09	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13.5878 gl: 14

variedad	Medias	n	E.E.
blanca	38.68	12	1.06 A
tall utha	30.93	12	1.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13.5878 gl: 14

dosis	Medias	n	E.E.
0%	36.63	6	1.50 A
8%	35.85	6	1.50 A B
5%	35.55	6	1.50 A B
10%	31.18	6	1.50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13.5878 gl: 14

variedad	dosis	Medias	n	E.E.
tall utha	0%	47.00	3	2.13 A
blanca	10%	43.67	3	2.13 A
blanca	8%	42.87	3	2.13 A
blanca	5%	41.93	3	2.13 A
tall utha	5%	29.17	3	2.13 B
tall utha	8%	28.83	3	2.13 B
blanca	0%	26.27	3	2.13 B
tall utha	10%	18.70	3	2.13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 15. Análisis de Varianza para la variable número de pencas.

Nueva tabla : 10/11/2019 - 10:37:45 p. m. - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	24	0.44	0.08	12.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	199.29	9	22.14	1.23	0.3505
B	44.33	2	22.17	1.23	0.3212
variedad	45.38	1	45.38	2.52	0.1344
dosis	73.79	3	24.60	1.37	0.2931
variedad*dosis	35.79	3	11.93	0.66	0.5880
Error	251.67	14	17.98		
Total	450.96	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.9762 gl: 14

variedad Medias n E.E.

tall utha 36.08 12 1.22 A

blanca 33.33 12 1.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.9762 gl: 14

dosis Medias n E.E.

8% 37.50 6 1.73 A

10% 34.50 6 1.73 A

5% 34.17 6 1.73 A

0% 32.67 6 1.73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.9762 gl: 14

variedad dosis Medias n E.E.

tall utha 10% 37.67 3 2.45 A

tall utha 8% 37.67 3 2.45 A

blanca 8% 37.33 3 2.45 A

tall utha 5% 36.00 3 2.45 A

tall utha 0% 33.00 3 2.45 A

blanca 0% 32.33 3 2.45 A

blanca 5% 32.33 3 2.45 A

blanca 10% 31.33 3 2.45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 16. Análisis de Varianza para la variable rendimiento en materia verde.

Nueva tabla : 12/11/2019 - 01:49:32 p. m. - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	24	0.70	0.51	13.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	108.39	9	12.04	3.71	0.0142
B	47.10	2	23.55	7.25	0.0069
variedad	8.2E-04	1	8.2E-04	2.5E-04	0.9876
dosis	39.36	3	13.12	4.04	0.0291
variedad*dosis	21.93	3	7.31	2.25	0.1275
Error	45.47	14	3.25		
Total	153.86	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.2481 gl: 14

variedad	Medias	n	E.E.
tall utha	13.26	12	0.52 A
blanca	13.25	12	0.52 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.2481 gl: 14

dosis	Medias	n	E.E.
8%	15.41	6	0.74 A
10%	13.03	6	0.74 B
5%	12.42	6	0.74 B
0%	12.17	6	0.74 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.2481 gl: 14

variedad	dosis	Medias	n	E.E.
blanca	8%	15.49	3	1.04 A
tall utha	8%	15.32	3	1.04 A
tall utha	5%	13.99	3	1.04 A B
blanca	10%	13.51	3	1.04 A B
blanca	0%	13.15	3	1.04 A B
tall utha	10%	12.55	3	1.04 A B
tall utha	0%	11.19	3	1.04 B
blanca	5%	10.85	3	1.04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Anexo 17. Area de estudio.



Anexo 18. Preparacion del terreno.



Anexo 19. Delimitación y nivelado de la platabanda.



Anexo 20. *Trasplante de los plantines.*



Anexo 21. *Identificación de tratamientos.*





Anexo 22. Aplicacion de biol.



Anexo 23. Labores culturales.
(desmalezado).



Anexo 24. Cultivo listo para la cosecha.





Anexo 25. *Altura de la planta.*



Anexo 26. *Cosecha.*



Anexo 28. *Rendimiento en materia verde.*



Anexo 27. *Diámetro del cuello de la raíz.*



Anexo 30. Cosecha por tratamientos.



Anexo 29. Rendimiento obtenido.