

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA.**



“EVALUACIÓN DE DOS ARREGLOS Y DOS SISTEMAS DE CULTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE REPOLLO *Brassica oleracea* var. *Capitata*, EN ASOCIO CON CEBOLLINO *Allium fistulosum* Y CILANTRO *Coriandrum sativum*, CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL CULTIVO BIOINTENSIVO DE ALIMENTOS”.

**POR:
RENÉ ARÍSTIDES APARICIO GUARDADO**

SAN SALVADOR, NOVIEMBRE 2010.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA.



“EVALUACIÓN DE DOS ARREGLOS Y DOS SISTEMAS DE CULTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE REPOLLO *Brassica oleracea var. Capitata*, EN ASOCIO CON CEBOLLINO *Allium fistulosum* Y CILANTRO *Coriandrum sativum*, CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL CULTIVO BIOINTENSIVO DE ALIMENTOS”.

Por:

RENÉ ARÍSTIDES APARICIO GUARDADO

Como requisito para optar al grado de:
INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR, NOVIEMBRE 2010.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING.AGR. MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO

DR. REYNALDO A. LÓPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO

ING.AGR. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA

DOCENTES DIRECTORES:

ING.AGR. CARLOS ALBERTO AGUIRRE CASTRO

ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

RESUMEN

Con el fin de buscar alternativas de sistemas de producción y diversificación agrícola a nivel de huertos familiares que a la vez conduzcan al incremento y la adaptabilidad de cultivos y practicas a cambio climático y la mejora continua del suelo, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación que consistió en evaluar dos sistemas de cultivo (Hilera simple y Tresbolillo) y dos diferentes arreglos de espaciales (Monocultivo y Asocio) en el cultivo de repollo. El ensayo fue desarrollado en el barrio San Juan, de la ciudad de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, entre los meses de febrero a junio de 2009 a una altura de 860 msnm y con temperaturas promedio de 27.3 y 29.2°C. Para determinar experimentalmente el o los mejores tratamientos el diseño estadístico utilizado en la investigación fue el de bloques completamente al azar bajo la modalidad de parcelas individuales con pseudoréplicas, con 4 tratamientos: T₁ hilera simple en monocultivo, T₂ Hilera simple en asocio, T₃ Tresbolillo en monocultivo y T₄ Tresbolillo en asocio.

Las variables evaluadas fueron: diámetro de cobertura de follaje, área de cobertura por planta, peso de cabezas, diámetro de cabeza, longitud de raíces y peso de raíces.

Al concluir el trabajo de investigación se determinó que el arreglo espacial de tresbolillo y el sistema de siembra de monocultivo presentó los mejores rendimientos en peso y apariencia de producto con un peso promedio de 2.0 kg y un diámetro de cabeza de 19.7 cm.

Además se realizó un análisis económico utilizando la relación beneficio/costo, para determinar el tratamiento de mayor rentabilidad, complementando esta información con un análisis marginal de los costos para determinar la tecnología más rentable. En el análisis económico el mejor tratamiento fue el de Tresbolillo en asocio con cilantro y cebollín al obtener una relación beneficio/costo de \$1.80.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo y ánimo brindado durante todo mi proceso de formación académica y personal.

Al los Ingenieros Agrónomos Manuel de Jesús Hernández Juárez y Carlos Alberto Aguirre Castro por su amistad brindada y demostrada durante este periodo de trabajo arduo en el cual siempre estuvieron presentes en todos los momentos de consulta.

A mis compañeros de la Red biointensiva de El Salvador, por el apoyo brindado en las etapas de trabajo de campo en el montaje del experimento, además de trabajar en la búsqueda de un mundo mejor

A todos mis amigos, amigas verdaderos, que me apoyaron y estuvieron pendientes del buen desarrollo de mi trabajo de graduación.

A mis empleados que de una u otra forma apoyaron al desarrollo de este trabajo de investigación con su trabajo dedicación y cuidados brindados.

DEDICATORIA

A DIOS Todopoderoso.

Por acompañarme en mí camino en la vida siempre.

A Jesucristo y la virgen María Nuestra Madre

A Mons. Oscar Arnulfo Romero

Por ser un ejemplo de entrega, amor, resistencia y lucha junto al sufrido pueblo salvadoreño

Al Comte. Ernesto Guevara Cerna

Por demostrar que una revolución debe basarse en el amor al prójimo, la entrega incondicional y que es posible crear una nueva sociedad.

A mis padres

Rosa Aminta Guardado Guardado y David Bolaines Portillo por su amor, consejos y comprensión, formación y apoyo incondicional en toda mi vida.

A mi Esposa

Iris Marlene Escobar Aparicio, gracias por todo el amor brindado hacia mí y nuestros hijos, el apoyo y dedicación en los momentos felices y difíciles.

A mis Hijos

Ivette Ariadna Aparicio Escobar y Oscar Ignacio Aparicio Escobar, porque son mi razón de ser, el amor incondicional brindado en todo momento, y ser la esperanza de nuevos hombres y mujeres del futuro para este país.

A mi sobrino

Diego Alberto Cota Aparicio, por ser también esperanza e ingenio en este país.

A mis Hermanas

Anette Rosemarie Aparicio Guardado e Iris Carolina Bolaines Guardado por ser parte importante de mi vida e inspiración.

A mis Abuelos

Celio Mardoqueo Guardado Henríquez, María Luisa Guardado de Guardado, e Hipólito Portillo Rivas, por sus consejos y ser un ejemplo de trabajo y valores.

A mis Tías

Dolores Judit Guardado de Domínguez, María Esther Guardado Guardado, Anabel Guardado Dollfuss, Marta Gladis Guardado, Gloria Elizabeth Guardado Guardado. Por el amor y consejos brindados en todo momento.

A mis Primos

Kalia Macarena Valdez Guardado, Ever Leonel Domínguez Guardado, Sheila Mariela Valdez Guardado, Edward Enrique Domínguez Guardado y Gerson Isaías Domínguez Guardado, gracias por todo su apoyo y adelante en las metas propuestas en su vida.

A Mi primo Pedro Francisco Granados

Por apoyarme mucho con recursos y equipo para desarrollar el trabajo de investigación, adelante con tus proyectos en agricultura urbana.

A mi familia política

A mi suegra Marta Lucia Aguilar Ochoa y a mis cuñados Fernando Ernesto Gómez Aguilar, Carolina Elizabeth Gómez Aguilar y Lucia Beatriz Gómez Aguilar a mi cuñado Alberto Cota por ser un apoyo hacia mi familia.

A las comunidades pobres y marginadas de El salvador

La lucha por el desarrollo, la justicia, igualdad y superación debe ser constante.

INDICE

Resumen	iv
Agradecimientos	v
Dedicatoria	vi
Índice	viii
Índice de figuras	xi
Índice de cuadros	xii
Índice de Anexo	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Historia de la agricultura biointensiva	4
2.2. Filosofía	6
2.3. Principios del Método biointensivo	9
2.3.1. Preparación profunda del suelo	9
2.3.2. Uso de la composta	10
2.3.2.1. Funciones de la composta en el suelo	10
2.3.2.2. Beneficios de la composta	10
2.3.3. Uso de semilleros	11
2.3.4. Siembra cercana	12
2.3.5. Asociación de cultivos	12
2.3.6. Rotación de cultivos	13
2.3.7. Cultivos para preparar composta	13
2.3.8. Cultivos que aportan calorías	13
2.3.9. Uso de semillas de polinización abierta	13
2.3.10. Integración de todos los principios	14
2.4. Generalidades del cultivo de repollo	15
2.4.1. Clasificación taxonómica	15
2.4.2. Descripción del cultivo	15
2.4.3. Zonas de siembra	16

2.4.4. Sistema de siembra	16
2.5. Generalidades del cultivo del cebollín	16
2.5.1. Clasificación taxonómica	16
2.5.2. Descripción del cultivo	17
2.5.3. Zonas de siembra	18
2.6. Generalidades del cultivo de cilantro	18
2.6.1. Clasificación taxonómica	18
2.6.2. Descripción del cultivo	18
2.6.3. Usos del cilantro	19
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Características del lugar	20
3.1.1. Ubicación	20
3.1.2. Topografía	20
3.1.3. Suelo	20
3.1.3.1. Entisoles	21
3.2. Herramientas	21
3.3. Preparación del terreno	22
3.3.1. Construcción de terrazas	22
3.3.2. Trazo de camas	22
3.3.3. Doble excavación	22
3.3.4. Abonamiento	23
3.4. Cultivares en estudio	23
3.5. Manejo de semilleros	23
3.6. Trasplante	24
3.7. Manejo de cultivos	25
3.7.1. Acolchado o mulch	25
3.7.2. Riegos	25
3.7.3. Control de Plagas	26
3.8. Metodología estadística	27
3.8.1. Factores en estudio	27
3.8.2. Tratamientos	28

3.8.3. Variables en estudio y toma de datos	28
3.8.3.1. Toma de datos	28
3.8.3.2. Área de cobertura foliar	28
3.8.3.3. Diámetro ecuatorial de cabezas	29
3.8.3.4. Peso fresco de cabezas	29
3.8.3.5. Longitud de raíces	29
3.8.3.6. Peso fresco de raíces	29
3.8.3.7. Cilantro y cebollín	29
3.8.4. Tabulación de datos	30
3.9. Análisis económico	32
3.9.1. Análisis de dominancia	32
3.9.2. Presupuestos parciales	33
4. RESULTADOS	34
4.1. Clima	34
4.1.1. Precipitación media	34
4.2. Análisis de resultados	36
5. DISCUSIÓN	42
5.1. Efecto de los arreglos de cultivo	42
5.2. Efecto de sistemas de cultivo	43
5.3. Interacciones entre sistemas y arreglos	44
6. ANÁLISIS ECONÓMICO	47
6.1. Análisis de dominancia	47
6.2. Relación beneficio /costo	47
6.3. Presupuestos parciales	49
7. CONCLUSIONES	50
8. RECOMENDACIONES	51
9. BIBLIOGRAFÍA	52
10. ANEXOS	54

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página.
Figura 1. Distribución de los tratamientos en cada bloque	30
Figura 2. Distribución de las repeticiones en cada bloque	31
Figura 3. Gráfica de milímetros de precipitación mensual de lluvia	35
Figura 4. Gráfica del promedio del diámetro de corona	42
Figura 5. Gráfica de los promedios del área de cobertura de planta	42
Figura 6. Gráfica de peso promedio de raíces	43
Figura 7. Gráfica de peso promedio de cabezas.	43
Figura 8. Gráfica promedio de diámetro de cabezas	44
Figura 9. Gráfica promedio de longitud de raíces	44
Figura 10. Gráfica de interacción entre arreglos y sistemas de cultivos para promedios de longitud de raíces	45
Figura 11. Gráfica de interacción entre arreglos y sistemas de cultivos para promedios de peso de cabeza.	46

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro No 1. Precipitación mensual en milímetros de lluvia obtenidos en la estación meteorológica ubicada en Cojutepeque, Cuscatlán para el año 2009	34
Cuadro No. 2. Temperaturas obtenidas en la estación meteorológica ubicada en Cojutepeque, Cuscatlán para el año 2009.	35
Cuadro No 3. Promedios de diámetro de follaje en centímetros (cm)	36
Cuadro No 4. Análisis de varianza de diámetro de follaje (cm).	36
Cuadro No 5. Promedios de área por planta (cm ²)	37
Cuadro No 6. Análisis de varianza para área por planta	37
Cuadro No 7. Promedios de diámetro de cabeza	38
Cuadro No 8. Análisis de varianza para diámetro de cabeza	38
Cuadro No 9. Promedios de peso de cabeza en kilogramos	39
Cuadro No 10. Análisis de varianza para peso de cabeza	39
Cuadro No 11. Promedios de longitud de raíces (cm)	40
Cuadro No 12. Análisis de varianza para longitud de raíces (cm)	40
Cuadro No 13. Promedios de peso de raíces (gr)	41

Cuadro No 14. Análisis de varianza para peso de raíces (gr)	41
Cuadro No 15. Rendimientos e ingresos obtenidos con relación a los beneficios /costos	48
Cuadro No 16. Análisis de dominancia en costos de producción	48

INDICE DE ANEXOS

Contenido.	Página.
Anexo 1. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en monocultivo (T1)	54
Anexo 2. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en asocio (T2)	55
Anexo 3. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Tresbolillo en monocultivo (T3)	56
Anexo 4. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en monocultivo (T4)	57
Anexo 5. Promedios globales de variables de diámetro de hojas, perímetro de cabeza, pesos de cabeza, longitud de raíces y peso de raíces, área por planta para en la evaluación de dos arreglos y dos sistemas en el cultivo de repollo.	58
Anexo 6. Costos para el establecimiento inicial del proyecto	59
Anexo 7. Análisis químico de abono orgánico tipo Bocashi	59
Anexo 8. Práctica de la doble excavación utilizando el bieldo y pala recta como herramienta de trabajo	60
Anexo 9. Preparación del terreno utilizando el principio de la doble excavación	61
Anexo 10. Nivelación de la cama previa a la incorporación de materia orgánica en la parte superior	61

Anexo 11. Comprobación del largo y ancho de las camas preparadas bajo principios del método biointensivo.	62
Anexo 12. Prueba para medir la profundidad de las camas preparadas bajo el principio de labranza profunda utilizando una barra	62
Anexo 13. Uso del bioldo para Incorporación de materia orgánica en cama biointensiva.	63
Anexo14. Plántulas de repollo y almacigo de cilantro previo al trasplante	63
Anexo 15. Trasplante de repollo a tresbolillo para los tratamientos T3 (tres bolillo en monocultivo) y T4 (tres bolillo en asocio)	64
Anexo 16. Plántulas de repollo recién trasplantadas en el arreglo tresbolillo	64
Anexo 17. Herramienta utilizada para la preparación de las camas e incorporación de abono orgánico y trasplante	65
Anexo 18. Vista de las terrazas donde se establecieron las camas de doble excavación	65
Anexo 19. Distribución de las plantas en los dos diferentes arreglos espaciales: arreglo en hilera simple; Arreglo en tresbolillo	66
Anexo20. Planta de repollo en fase de formación de cabeza y cuando ya esta formada.	66
Anexo 21. Cabezas de repollo después de medir su diametro y peso para los tratamientos en estudio	67
Anexo 22. Vista de tratamiento de Hilera simple en monocultivo (T1)	67
Anexo 23. Repollo en arreglo de hilera simple asociado con cilantro y cebollín	68

Anexo 24. Detalle de tratamiento de cultivo de repollo al tresbolillo en monocultivo (T3)	68
Anexo 25. Tratamiento de repollo al tres bolillo en asocio con cilantro y cebollín (T4).	69
Anexo 26. Vista general del área del experimento en la fase de crecimiento	69
Anexo 27. Visita de estudiantes de la carrera de nutrición observando comparaciones entre arreglos y sistemas de cultivos	70
Anexo 28. Calculo de agua para riego	71

1. INTRODUCCION

En El Salvador la agricultura tradicional de subsistencia se basa en la producción de granos básicos los cuales se cultivan en la mayoría de los suelos que han reducido su potencial debido al uso de prácticas culturales inadecuadas como las quemadas, la aplicación excesiva de agroquímicos y la falta de prácticas de conservación, incidiendo directamente en la pérdida de la capa fértil del suelo y bajos rendimientos de los cultivos y como consecuencia en baja rentabilidad. Además existen Instituciones y organizaciones trabajando en el proceso de diversificación de los sistemas de producción con un enfoque convencional, que significan para el productor la demanda de demasiados insumos externos y aumento en los costos de producción, también otros cultivos que se han intentado introducir para la diversificación de la dieta a nivel de huertos domiciliarios han provocado los mismos resultados, debido al uso de sistemas convencionales de producción que no han mejorado la condición del suelo lo han deteriorado aun mas. Esta la baja disponibilidad de nutrientes de estos suelos empobrecidos producen plantas débiles y susceptibles a el ataque de plagas y enfermedades desanimado al productor, y al final esto conlleva al fracaso de los esfuerzos institucionales realizados.

La poca incidencia de programas Institucionales en el tema de fomento de la horticultura y seguridad alimentaria provoca un desconocimiento en los métodos y técnicas de producción de hortalizas por parte de los agricultores en las zonas más pobres del país.

Una gran parte de los agricultores en El Salvador desarrollan cultivos en pequeñas parcelas que son manejadas con tecnologías convencionales y muchas veces mal aplicadas. Ante esta situación se vuelve una necesidad implementar además de la diversificación de cultivos, tecnologías más eficientes que garanticen una productividad sostenible de los suelos y que respondan también para mejorar la

dieta alimentaria de las familias rurales y que además generen algunos ingresos. Promover cultivos no tradicionales ayuda a los agricultores a obtener nuevas fuentes de ingresos para mejorar la calidad de vida de las familias rurales, la diversificación con cultivos como el repollo *Brassica oleracea* var. *Capitata*, el cebollín *Allium fistulosum* y el cilantro *Coriandrum sativum* son alternativas nutricionales y de generación de ingresos para las familias rurales por ser fuentes importantes de minerales y vitaminas en los huertos familiares.

Existe la necesidad de promover métodos y técnicas de producción de alimentos a nivel familiar y comercial de una forma limpia y amigable con el medio ambiente, y los procesos que en él se realizan, teniendo muy en cuenta que las hortalizas son alimentos de consumo directo y debe evitarse la utilización de productos que por su residualidad sean perniciosos para la salud.

El método de cultivos biointensivo de producción de alimentos promueve la mejora físico química del suelo mediante la aplicación de prácticas sustentables como la preparación profunda del suelo la cual permite el desarrollo de sistema radical de las plantas, profundizando y ampliando la absorción de nutrientes disponibles en el suelo. Además al adoptar un sistema de siembra cercana la producción se incrementa de 3 a 5 veces más que la tecnología convencional (Jeavons J. 2002). El asocio de repollo y los cultivos cilantro y cebollín permite hacer un mejor aprovechamiento del suelo mientras se desarrolla el cultivo principal. Así también se diversifica la producción en pequeños espacios siendo una alternativa de aporte de nutrientes por área de cultivos a nivel de huerto domiciliar.

En el presente trabajo de investigación evaluó si el rendimiento del cultivo del repollo con la aplicación de los principios del método de cultivos biointensivo, comparado con los rendimientos del cultivo producido bajo el método convencional. Estableciendo como objetivo el determinar la productividad del Repollo con el método biointensivo utilizando dos arreglos espaciales al tres bolillo y surco simple y dos sistemas de siembra: Monocultivo y Asocio con Cebollín y cilantro, Esto mediante haciendo mediciones del rendimiento de

biomasa del cultivo del repollo bajo el método biointensivo, para comprobar el arreglo espacial que produce mejores rendimientos del cultivo, así como el sistema de cultivo que produce mejores resultados y hace un uso más eficiente del espacio de terreno, y se determinó la interacción entre los arreglos espaciales y los sistemas de siembra de los cultivos en estudio, Finalmente se hizo un análisis económicos de los tratamientos para determinar el que muestra mayor eficiencia y aplicabilidad para los productores.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Historia de la agricultura biointensiva.

La Agricultura biodinámica (o biológico-dinámica) es un sistema agrícola ecológico sostenible que incluye muchas de las ideas de la agricultura ecológica (pero es anterior a ese término). En 1924, un grupo de agricultores preocupados por el futuro de la agricultura pidieron la ayuda del filósofo Austriaco Rudolph Steiner (1861-1925); Steiner respondió con una serie de lecciones de agricultura. Éste fue el origen de la agricultura biodinámica, que ahora se practica en gran parte de Europa, América, África, Australia y Asia.

Un concepto central de estas conferencias fue individualizar la granja: producir todos los materiales necesarios (como estiércol y forraje) dentro de lo que llamó el organismo de la granja, sin introducir (o introduciendo pocos) materiales externos y aplicar preparados (que consisten en materiales naturales procesados de forma específica) al suelo, a pilas de compost y a plantas, con la intención de implicar seres no físicos y fuerzas elementales. Steiner, en sus lecciones, animó a sus oyentes a verificar sus sugerencias científicamente, pues él no lo había hecho todavía.¹

En el año de 1966 Alan Chadwick, inglés discípulo de Steiner experto en horticultura, llevó a los Estados Unidos su síntesis del método intensivo biodinámico y convirtió una pendiente árida de la Universidad de California-Santa Cruz en un huerto próspero. En 1971 la ciudad de Palo Alto, California invitó a Stephen Kafka, aprendiz del último año en el huerto de alumnos de la Universidad, a dar una clase de cuatro horas acerca del método. Ecology Action (organización sin fines de lucro enfocada en tecnologías sustentables) había iniciado actividades ese año y había desarrollado un programa de reciclaje tan exitoso que fue adoptado por la ciudad (Jeavons 2002).

¹ www.wikipedia.com

En enero de 1972, el Consejo Directivo de Ecology Action aprobó un proyecto de investigación y educación cuyos propósitos serían impartir clases permanentes, reunir información, buscar terrenos disponibles para la horticultura y publicar información acerca de las técnicas del método. John Jeavons se convirtió en el director del proyecto. Como parte de Ecology Action se fundó también el Common Ground Organic Garden Supply and Education Center (Proveedor de Huertos Orgánicos y Centro Educativo Common Ground) en Palo Alto.

En 1974 se publica la primera edición de lo que se ha convertido en el libro *Cultivo Biointensivo de Alimentos** (*más alimentos en menos espacio), basado en investigaciones y experiencias del huerto en Palo Alto. El mismo año es difundido el método con más de 200 organizaciones tecnológicas alrededor del mundo con materiales de apoyo y el libro sobre el método, y fue en la India el primer país donde se reportaron buenos resultados con la aplicación del método por el Dr. Seshadri del Centro de Investigación Murugappu Chettiar (Myanmar). Después de que las mujeres del pueblo probaron el método, hace la siguiente afirmación: “Este método puede ser enseñado a personas que no tienen experiencia previa en el cultivo de vegetales. Pueden producir buenos rendimientos con los recursos disponibles localmente en suelos pobres”.

Aunque el número de granjas biodinámicas en el mundo es relativamente pequeño, en 2006, alrededor de un cuarto de las granjas de la India adoptaron prácticas biodinámicas.

En El Salvador el Método de Cultivo Biointensivo de producción de alimentos fue aplicado por primera vez mediante el Proyecto Arcoíris apoyado por la fundación canadiense Amigos del Suelo a partir del año 2002. En el año 2007 a través de la organización Flora Salvadoreña apoyado por Ecology Action, se desarrolló el primer taller impartido por Juan Manuel Martínez Valdez director de la organización Ecología y Población (ECOPOL, México), impulsándose un seguimiento al desarrollo del método a nivel nacional por parte de otros actores

institucionales, fundándose la Red Biointensivo El Salvador en el año 2008 ya con acciones concretas y enfocadas hacia las comunidades rurales y periurbanas del país.

2.2. FILOSOFIA

El Método Biointensivo de Alimentos es un estilo de vida, es la responsabilidad de producir el alimento, lucha por la sustentabilidad, mantiene la fertilidad del suelo y la incrementa, por lo que se puede hacer uso del suelo generación tras generación. El ser sustentable incluye beneficios alimentarios, ambientales y económicos e incluye la independencia de tecnologías y productos que a largo plazo aumentan la vulnerabilidad de los recursos. Según Arrollo R (2005), es un sistema cerrado en el que no se toman nutrientes de otro lugar, se generan en el huerto.

El método del cultivo biointensivo de alimentos persigue con la aplicación de sus principios un equilibrio del suelo permitiendo que sucedan procesos biológicos normales que se realizan en la naturaleza siendo influenciado esto por el uso de la composta (Martínez V. 2005).

El compostaje se presenta en la naturaleza por lo menos en tres formas: como estiércol, que son los alimentos animales y vegetales compostados en el interior del cuerpo del animal, luego se procesan fuera del animal por el calor y la fermentación en la descomposición de plantas y animales sobre y dentro del suelo, así como en las pilas de composta y en la desintegración de las raíces, pelos radiculares y formas de vida microbiana que permanecen en el suelo después de la cosecha (Jeavons J. 2002).

El método persigue hacer una preparación en el que se remueve la parte superficial del suelo y se afloja la parte profunda que según los estudios realizados

en varias universidades de Israel, Francia y Estados Unidos, el rendimiento por superficie que se consigue con el sistema de bancal profundo, duplica, cuanto menos después de tres temporadas que el que se consigue con el sistema tradicional de surcos (Molledo J. 2002.).

Una de las nuevas técnicas para cultivar mas hortalizas en espacios pequeños es la del bancal profundo (Biointensivo), que algunos norteamericanos, varios inmigrantes chinos y un inglés llamado Alan Chadwick han desarrollado en California, este método procede de antiguas técnicas practicadas en Francia y en China pero que nunca se adoptaron por completo en occidente (Seimur 2001).

Para obtener los beneficios del método Biointensivo y al mismo tiempo mejorar la calidad del suelo, la clave es tener una clara comprensión de los principios, los cuales por su sencillez han sido ampliamente asimilados y aplicados; estos principios son: la doble excavación, el uso de la composta, Uso de semilleros, la siembra cercana, la asociación de cultivos, la integralidad, el uso de semillas de polinización abierta, la producción de carbón, la producción de calorías (Martínez V, 2005).

A pesar de sus altos rendimientos, las técnicas sencillas pero sofisticadas y su alta relación beneficio/costo, el método biointensivo de cultivo no es la solución total, pues aun cuando produce cosechas abundantes en poco espacio al tiempo que restituye o conserva la fertilidad del suelo y aun construye suelos, lo que lo constituye en una de las mejores alternativas viables a la depredación del suelo, si no se usa adecuadamente, puede agotar los suelos mucho más rápido que otros métodos agrícolas (Martínez V, 2005).

Nuestra época si bien se caracteriza por la depredación de los recursos naturales y la agresión al ambiente, es a la vez una época de oportunidades para miles de individuos, organizaciones y comunidades que emprenden esfuerzos por encontrar técnicas sustentables, viables y amigables con el ambiente para

producir sin agredir, por ello creer que un tipo de agricultura en particular es la única solución o el camino no es inteligente (Martínez V, 2005).

Si se desea conservar o recuperar la calidad ambiental de nuestros territorios se deben incorporar pequeños cambios en las prácticas agrícolas y utilizar tecnologías apropiadas que provoquen impactos positivos en el medio ambiente, nuevas formas de producción con un manejo de los cultivos orientado a conservar y mejorar las propiedades del suelo y a no contaminar los recursos: suelo, agua y aire. El objetivo actual de trabajo es generar conocimientos sobre prácticas agrícolas que reemplacen a las tradicionales o simplemente faciliten el ajuste de las mismas a fin de garantizar la productividad sin afectar la salud ambiental.

Al utilizar el método biointensivo promovido por John Jeavons, que aplica una técnica especial y novedosa para la preparación del suelo a doble excavación (0,60 m de profundidad) y con el agregado de abundantes abonos orgánicos a la siembra y/o trasplante, la densidad de plantas es 20% superior a la convencional; de esta manera es posible lograr de 2 a 5 veces más producción (Konijnenburg, 2009).

En general, se necesitan urgentemente tecnologías que sean baratas, simples, que usen recursos locales y que puedan al mismo tiempo producir alimentos de manera sostenible. Si se deja que las fuerzas de la naturaleza operen sin mucha interferencia, los resultados pueden ser muy satisfactorios y se puede dejar que la naturaleza se encargue de todo. La horticultura bio-intensiva es un método que saca provecho de estas fuerzas de la naturaleza en todas las fases del desarrollo: crecimiento, fertilización y control de plagas. (Gatachew 2002) ha desarrollado experiencias en el lugar de trabajo basadas en el método biointensivo de producción de alimentos. estas experiencias tienen cuatro componentes principales: técnicas de producción, técnicas de fertilización natural, técnicas

naturales de control de plagas y enfermedades y técnicas de cosecha de agua de pequeña escala.

2.3. Principios del Método biointensivo

2.3.1. Preparación Profunda del suelo

La doble excavación es una técnica en la que se afloja el suelo a 60 centímetros de profundidad sin voltearlo, dando a las plantas la oportunidad de un mayor desarrollo sin el gasto de energía para introducir las raíces en el suelo, utilizando esta energía para la absorción de nutrientes, crecer sanas y con mayor resistencia a las plagas (Jeavons 2002). Requiere un cierto esfuerzo, especialmente si no se está acostumbrado al manejo de herramientas de mano. Permite crear rápidamente un suelo rico en nutrientes, con suficiente aireación para obtener desde el principio buenas cosechas.

El uso de herramientas adecuadas, facilita el trabajo y lo hace más productivo. Es recomendable, que sobre el suelo uniformemente húmedo, se esparza una capa de compost o estiércol maduro en toda la superficie que se va a excavar.

El ancho de la cama debe ser igual a la distancia de los brazos extendidos de dos personas acucilladas en los lados opuestos de la cama. De ésta manera se puede llegar a todas partes de la cama para los trabajos de siembra, trasplante, deshierbe y cosecha (Hieronimi H. 2008).

Con la doble excavación se incorpora aire al suelo y lo deja “flojo”, ideal para que las raíces de las plantas profundicen sin mayor esfuerzo, la tierra floja y fértil, permite que las raíces penetren fácilmente y que las corrientes continuas de nutrientes fluyan hacia el tallo y las hojas (Jeavons 2002).

La naturaleza, la tierra suelta, las lombrices y las raíces de las plantas irán mejorando las condiciones del suelo de modo que la labor de excavación se

mejorará cada año. En general, el suelo se equilibra y se llena de vida favoreciendo el desarrollo normal de los ciclos como el de carbono y nitrógeno, la mejora de la estructura y un equilibrio en el pH.

2.3.2. Uso de la Composta

La composta, es el abono orgánico por excelencia, la solución y el secreto para tener un huerto saludable y productivo. Provee nutrientes para las plantas y los microorganismos de suelo, mejora la estructura del suelo, por lo que se mejora la aireación y el movimiento del agua.

2.3.2.1. Funciones de la composta en el suelo.

Mejora la estructura. La composta disgrega la arcilla y los terrones y aglutina a los suelos arenosos; también ayuda a que los suelos arenosos y arcillosos tengan una mejor aireación.

Retiene la humedad. La composta retiene seis veces su peso en agua en un suelo con buen contenido de materia orgánica y absorbe el agua de lluvia como una esponja y la pone a disposición para las plantas.

2.3.2.2. Beneficios de la composta

Lo más importante del uso de la composta es lograr un balance entre la microbiología del suelo, con los nutrientes minerales y la estructura del mismo.

Esto debido a la acción de los ácidos húmicos y fúlvicos, adición de microorganismos y polisacáridos formando un conglomerado entre componentes minerales y orgánicos mejorando la estructura y la absorción de agua.

Ayuda a solubilizar los minerales como el fósforo a través de las micorrizas, alimenta a la planta con una fuente de carbono de alta disponibilidad y se movilizan el K, Ca, Mg, S, del suelo por una atracción catiónica provocada por esta

misma unión. Ayuda a fijar el nitrógeno atmosférico a través de bacterias especializadas e inicia el mejor funcionamiento de los ciclos de N, F, Fe y S.

En la composta se genera humus, el cual por acción de los ácidos húmicos y fúlvicos une a las arcillas expandiéndolas, por lo que provoca una mejor estructura y aireación de la misma. Al unirse con las arcillas puede contener hasta 4 veces su peso en agua.

La composta actúa también como agente que regula el pH llevándolo cercano a 7, por lo que pone disponible alguno de los elementos y en algunos casos muy específicos disminuye el % de nacimiento de las semillas de ciertas hierbas que ocupan un medio anaeróbico para germinar.

2.3.3. Uso de Semilleros

Fernando Pía (2005) hace mención de que “en el método Biointensivo es muy importante la preparación de almácigos o semilleros y se puede utilizar con la mayoría de las especies”.

La siembra de almácigos tiene varias ventajas, entre ellas:

Hay ahorro de semillas, pues se colocan precisamente en recipientes o contenedores pequeños donde se les puede proporcionar mayor cuidado evitando pérdidas en la germinación.

Ahorro de agua: el área a regar es más pequeña que si el mismo número de plantas estuvieran en el terreno definitivo.

Menor desmalezado: Al colocar una planta en el terreno definitivo, lleva una ventaja sobre el crecimiento de las malezas, que si la semilla se colocara directamente en el terreno.

Con la siembra en almácigo se hace un mayor aprovechamiento del terreno en relación con el tiempo. Mientras se tiene el almácigo se puede aprovechar el terreno con otro cultivo, de tal manera que al concluir éste su ciclo productivo, se puede reemplazar con los plantines producidos.

Se puede hacer la selección de las plantas más saludables y vigorosas para garantizar un buen resultado en el trasplante.

2.3.4. Siembra Cercana

La siembra cercana en el Método Biointensivo se hace aplicando el arreglo al tresbolillo y la distancia entre plantas dependerá de la altura y el diámetro de cobertura del follaje que alcancen éstas cuando se encuentren en estado adulto. Este arreglo permite que las hojas de las plantas se acerquen hasta entrar en contacto cuando son adultas, sin dejar ningún espacio de la cama descubierto, reduciendo el crecimiento de hierbas espontáneas y manteniendo un microclima con mayor humedad (Martínez V, 2005). En las primeras etapas del cultivo se puede aplicar un acolchado o cobertura de paja la cual reduce considerablemente las necesidades de riego, manteniendo el suelo húmedo y evitando la profusión de malas hierbas (Molledo J. 2002).

2.3.5. Asociación de Cultivos

Es el arreglo en el espacio de dos o más cultivos para beneficiarse entre sí. Una buena asociación puede aumentar la producción, mejorar la salud, sabor y nutrición de los cultivos (Jeavons J. 2002). Según Medina J. et al. (2009), el asocio de plantas favorece la sanidad de los cultivos, hay un mayor aprovechamiento del espacio y evita la pérdida de minerales en el suelo.

La asociación de cultivos disminuye el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos debido a que algunos cultivos actúan como repelentes de ciertas plagas.

2.3.6. Rotación de Cultivos

Una de las causas principales del agotamiento del suelo, es sin duda la práctica del monocultivo, es decir el cultivo de un solo tipo de plantas. Las camas biointensivas bien preparadas permiten hasta dos veces continuas la siembra de un mismo cultivo; sin embargo, es mejor hacer rotaciones para no agotar o cansar el suelo y para romper el ciclo biológico de plagas específicas (Jeavons J. 2002).

2.3.7. Cultivos para preparar Composta.

Para obtener la sustentabilidad del huerto y los alimentos que se necesitan, es importante producir cultivos que aporten carbono, tal es el caso de las gramíneas, para utilizarlos en la preparación de la composta. El secreto para cultivar un huerto saludable y productivo es la composta, que puede ser obtenida de materiales producidos en el mismo huerto (Arrollo K. 2005).

2.3.8. Cultivos que aportan calorías.

Una pequeña superficie de terreno en el traspatio de cualquier hogar, es suficiente para alimentar a toda la familia. Para lograrlo es necesario pensar en las necesidades y gustos de la familia, seleccionar cuidadosamente los cultivos, de manera que sean eficientes en producir el máximo de calorías en el mínimo de superficie cultivada, no es fácil, pero tampoco imposible (Arroyo R. 2005). Lo importante es que haya diversos cultivos como hortalizas de raíces, tallos, hojas y frutos, cereales y aún frutales.

2.3.9. Uso de Semillas de Polinización Abierta

Las semillas de polinización abierta, provienen de plantas que se polinizan por medio del viento, insectos, pájaros o se autopolinizan. Estas semillas tienen la ventaja de que el agricultor las puede reproducir, haciendo una selección

adecuada a través de métodos sencillos y económicos, conservando a su vez la variabilidad genética, lo que permite a las plantas una mejor adaptación a las condiciones edáficas y climáticas locales (Arroyo R. 2005).

En cambio, si se usan semillas híbridas, no se pueden seleccionar para una siguiente cosecha porque su descendencia no es fiel y en una segunda generación sus rendimientos disminuyen; por tanto el agricultor tiene que comprar la semilla cada vez que vaya a sembrar, lo que genera una dependencia externa. Por estas razón el Método recomienda el uso de semillas criollas o de polinización abierta (Arroyo R. 2005).

2.3.10. Integración de Todos los Principios.

El Método Biointensivo, si se aplican adecuadamente todos sus principios de manera integrada, produce beneficios tanto para el suelo como para los cultivos; un cultivo sembrado cercanamente en una cama doble excavada con suficiente composta, tendrá una buena nutrición y buen desarrollo de su sistema radical y por lo tanto un buen desarrollo del follaje y resistencia a plagas y enfermedades. En cambio, una siembra cercana en una cama sin la doble excavación, obtendrá plantas débiles y susceptibles a los factores externos; así mismo, en una cama doble excavada y con siembra cercana pero sin composta se agotará el suelo rápidamente (Arroyo R. 2005).

2.4. Generalidades del cultivo del repollo.

2.4.1. Clasificación taxonómica.

Nombres Comunes: repollo, col, couve, col murciana

Nombre Técnico: *Brassica oleracea* L. var. Capitata

Familia: Brassicaceae (Antiguamente crucíferas)

2.4.2. Descripción del cultivo

La fase de crecimiento vegetativo, es la más importante para los productores y el único que se cumple de forma natural en las condiciones climáticas tropicales. Esta fase se divide en cuatro etapas, útiles para planificar el manejo del cultivo. En la cuarta etapa se lleva a cabo la formación de la cabeza que se caracteriza por la producción de hojas sin pecíolo que se superponen formando una bola o cabeza llamada Pella (Fuentes F. 2003).

Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura llamada cabeza o pella. La pella es la parte comestible, existen repollos de diversos colores, siendo los más comunes los verdes y los morados. El peso oscila de acuerdo al tipo (Fuentes F. 2003).

Para la fase reproductiva, requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia (Gispert C. 1999).

2.4.3. Zonas de siembra

En el Salvador, los principales cultivos de repollo a nivel comercial se encuentran en la zona alta de Chalatenango en el cantón Las Pilas del municipio de San Ignacio, en la zona media del país en Atiquizaya y San Lorenzo en el departamento de Ahuachapán y en Zapotitán en el departamento de La Libertad. Las áreas cultivadas en el país en 1998 sumaban un total de 928.5 hectáreas. Existen materiales como el híbrido Tropicana “B” que se adaptan en El Salvador a partir de los 200 metros sobre el nivel del mar, razón por la cual hay potencialidades para incrementar la superficie de siembra (Fuentes F. 2003).

2.4.4. Sistema de siembra.

Tradicionalmente el repollo se cultiva en el país en monocultivo, sin embargo se puede sembrar asociado con otros cultivos como tomate, cebolla, zanahoria, arroz, y algunas especies aromáticas, esto reduce la incidencia y el daño causado por *Plutella xilostella* que es el problema principal de plagas en el cultivo (Fuentes F. 2003).

2.5. Generalidades del cultivo de Cebollín.

2.5.1 Clasificación taxonómica.

Nombres comunes: cebolleta, cebolla verde, cebolla de invierno, cebolla de verdeo, cebolla inglesa, cebollino inglés, cebollino japonés

Nombre Técnico: *Allium fistulosum*

Familia: Liliáceas.

2.5.2. Descripción del cultivo.

Los cebollines no forman verdaderos bulbos, sino un engrosamiento del conjunto de hojas en su base. El cebollín es una planta plurianual, que crece en manojos de varios individuos. Las hojas tubulares son basales, formando una roseta erecta o dispersa que brota de los pequeños bulbos subterráneos y alcanzan los 45.0 cm de altura; las hojas son de color verde oscuro y glabras. El pequeño bulbo alcanza los 3.0 o 4.0 cm de largo y está protegido por una cobertura membranosa.

La diferencia con la cebolla es por el tamaño del bulbo y el cebollino desarrolla dos a seis brotes o ramificaciones que se cosechan en estado verde y constituyen la parte para el consumo que puede ser en crudo, como ensaladas y como componente de numerosas recetas de cocina.

El cebollino es fácilmente distinguible de otras especies de *Allium* por sus densas umbelas, que contrastan con las más dispersas de *A. cepa* y otras, y por sus hojas tubulares en lugar de planas. A diferencia de *A. vineale* y *A. canadense*, no forma bulbos aéreos. Se parece al puerro, que es otro *Allium*, y al cebollino o ciboulette (*Allium schoenoprasum*), por eso al cebollino se la llama también cebollino inglés y cebollino francés.

El cebollino prefiere ubicaciones soleadas y suelos húmedos, ligeramente arcillosos. Crece desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm. Es resistente a las heladas y resulta poco afectada por las plagas y predadores animales, a los que repele la alicina. Puede cultivarse a partir de semilla o por la parte vegetativa (Gispert. C 1999).

2.5.3. Zonas de siembra

En el Salvador los principales cultivos de cebollín se encuentran en la zona de los municipios de Apaneca en el departamento de Ahuachapán y Juayua departamento de Sonsonate, Santa Cruz Michapa y otras áreas dispersas del departamento de Cuscatlán a nivel de patio; en Chalatenango en la zona de las Pilas se encuentran extensiones más amplias del cultivo con fines de comercialización. Existen tres tipos de especies que se adaptan en El Salvador (*A. fistosolum*, *A. schenosolium*, *A. schoenoprasum*) a partir de los 400 metros sobre el nivel del mar, razón por la cual es posible fomentar a mas áreas de siembra de cebollín como una alternativa de producción de ingresos en las zonas rurales y urbanas del país.

El cebollín se cultiva en el país en sistema de monocultivo en canteros y macetas sin embargo se puede sembrar asociado con otras especies aromáticas y diferentes hortalizas.²

2.6. Generalidades del cultivo de Cilantro.

2.6.1. Clasificación taxonómica.

Nombres Comunes: cilantro, coriandro, perejil chino, perejil árabe, culantro, anisillo.

Nombre Técnico: *Coriandrum sativum*

Familia: Apiaceae.

2.6.2. Descripción del cultivo.

Su nombre genérico *Coriandrum* viene del griego *Korios* que quiere decir chinche (el insecto), en alusión al desagradable olor que producen sus frutos aun verdes, y su nombre específico *sativum*, quiere decir que es una planta cultivada.

² Pérez Asencio M.A. 2008 jefe de campo estación experimental (comunicación personal).

Su orígenes parecen inciertos, aunque por lo general se considera una planta proveniente del norte de África y el sur de Europa (Gispert 1999).

2.6.3. Usos del Cilantro.

El cilantro se utiliza en recetas tradicionales de muchas culturas alrededor del mundo desde hace miles de años. Sus semillas secas se utilizan como ingrediente fundamental de preparaciones como el curry de la cocina india y sus hojas frescas enteras o picadas, se consumen en muchos países latinoamericanos, así como en Chipre, Grecia, China y Japón, entre otros. Aparte del uso culinario, muchas culturas usan el cilantro como medicamento o remedio casero, atribuyéndole propiedades relajantes, antiespasmódicas y estomacales (Everhart 2003).

Comúnmente las partes más usadas de la planta son sus hojas frescas y sus frutos maduros y secos aunque a veces también se utilizan los tallos y las raíces. Su fruto de olor suave y sabor picante contiene dos semillas que se utilizan enteras o molidas en mezclas de especias o para dar sabor a aceites y vinagres.

En la cocina se usa en una gran variedad de preparaciones, tales como sopas, guisos, verduras, combinados el cilantro con otras especias aromáticas, se emplea en la elaboración de embutidos. En medicina natural las aplicaciones externas ayudan a la desinfección y cicatrización de heridas (Everhart 2003).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características del lugar.

3.1.1. Ubicación.

La propiedad donde se realizó el experimento está ubicada en el Barrio San Juan del municipio de Cojutepeque a 200 metros al sur de la antigua vía férrea sobre la calle que conduce hacia el municipio de San Cristóbal, con una ubicación geográfica de: 13°42'43.42"N y 88°55'35.12"O.³

3.1.2. Topografía.

La zona donde se ubicó el experimento tiene un relieve semi ondulado y se encuentra ubicada en las faldas del cerro de las Pavas. El terreno tiene una pendiente de 25.6%.

3.1.3. Suelo.

El suelo de la zona se caracterizó con base a la información de la United States Department Agriculture (USDA), clasificándolos como Entisoles, arrojados en la erupción del volcán caldera ahora conocido como Lago de Ilopango del tipo estromboliano, en el año 260 D.C.⁴

El suelo es clasificado en la serie Apopa Ulapa Tonacatepeque Alomado (Ape). La fisiografía de esta serie, es altiplanicie con topografía y el relieve local varía de moderado a alto; las pendientes predominantes varían de 10 a 60%. Las capas inferiores están constituidas por ceniza pomicitica. Aunque el cuadrante de levantamiento general de suelos ubica tres grandes grupos de suelos en la unidad

³ www.googleearth.com

⁴ Cuadrante general del levantamiento de suelos de El Salvador

pero en la zona de estudio predominan los regosoles (Entisoles) que son suelos de textura franco a franco arenosa, color café oscuro con un espesor de unos 15.0 cm y la capa inferior de ceniza volcánica con textura franco arenosa. En la clasificación de su uso potencial se ubica en clase III-E apta para varios cultivos intensivos, pero necesitando medidas de conservación de suelos⁵.

3.1.3.1. Entisoles.

En este Orden están incluidos los suelos que no evidencian o tienen escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos. La mayoría de ellos solamente tiene un horizonte superficial claro, de poco espesor y generalmente pobre en materia orgánica (epipedón ócrico). Normalmente no se presentan otros horizontes diagnósticos, lo que se debe en gran parte al escaso tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. También pueden incluir horizontes enterrados siempre que se encuentren a más de 50 cm de profundidad.

Los Entisoles se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, materiales parentales y edad. Los únicos rasgos comunes a todos los suelos de este Orden son la ausencia virtual de horizontes y su naturaleza mineral en el caso del área donde se desarrolló el ensayo llamado comúnmente ceniza volcánica con un origen ígneo extrusivo.

3.2. Herramientas

Entre las herramientas utilizadas durante el ensayo podemos mencionar: pala, bieldo, piocha, barra, azadón, regadera, manguera de $\varnothing 1/2$ ", palines, rastrillos, bandejas para semillero, aspersores manuales, ollas, paleta de madera, estacas, pita nylon, carretilla, bomba de mochila, extensión eléctrica, receptáculos y focos.

⁵ Bourne, W. C., Araujo M. A. y Campos C.E. 1966. Levantamiento general de suelos de la republica de El salvador: Cuadrante 2457- III Cojutepeque. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección general de Investigaciones agronómicas.

3.3. Preparación del terreno.

3.3.1. Construcción de terrazas.

La primera labor de preparación del terreno consistió en la construcción de cuatro terrazas de banco mediante el trazo de curvas a nivel perpendiculares a la pendiente del terreno. El talud de las terrazas tuvo una altura de 0.75 m, y un ancho de terraza de 2.20 m a 2.30 m y una longitud de 15.0 m (ver anexo 15).

3.3.2. Trazo de cama.

Se trazaron los límites de las camas con dimensiones de 1.25 m de ancho y 8.0 m de longitud correspondiendo a un área de 10 m² por cama y pasillos con un ancho aproximado de 0.50 m para favorecer las labores de manejo (ver anexo 8).

3.3.3. Doble excavación.

Se aplicó el principio de la doble excavación que consistió en aflojar el suelo, previamente humedecido, a una profundidad de 20 a 25 cm. con un biello (ver figura anexa 5) a partir de uno de los extremos de la cama y luego con pala se extrajo el suelo formando una zanja con el ancho y profundidad que tienen estos aperos. La tierra que se extrajo se colocó a un lado de la cama y en seguida se aplicó al fondo de la zanja una capa de 3 cm. de abono fermentado Bocashi y luego con el biello se aflojó otros 30 cm de profundidad. Una vez terminada la primera zanja se continuó a lo largo de la cama haciendo la remoción de suelo superficial y aflojamiento de la parte inferior hasta completar los 8.0 m. de la cama. El suelo extraído en la primera zanja de la cama se incorporó nuevamente a esta y se efectuó su nivelación (Ver figuras Anexas 5,6 y 9).

3.3.4. Abonamiento

Se procedió a la aplicación de seis cubetadas de bocashi por cama (abono fermentado, equivalente a un volumen de 5 galones por cada cubeta) que se distribuyó uniformemente sobre la superficie de la cama, y se incorporó con un biello a una profundidad aproximada de 5 cm. Se usó este abono fermentado ya que el suelo no había tenido una enmienda orgánica con anterioridad y el objetivo de aplicar bocashi fue el de inocular organismos al suelo. A los 12 días de establecido el cultivo se aplicaron dos cubetadas de composta por cama para mejorar las condiciones de retención de humedad y soltura del suelo (Ver figura anexa 10).

3.4. Cultivares en estudio.

Se utilizaron tres tipos de cultivares para el desarrollo de la evaluación de dos arreglos y dos sistemas de siembra. De repollo se usó el Híbrido Tropicana “B” por su adaptabilidad a zonas bajas y medias, y por su tamaño y peso (2.0 kg), la variedad de cilantro utilizada fue Moggiano y el cultivar de cebollín que se utilizó fue de la especie *fistosolum*.

3.5. Manejo de semilleros

En la preparación de semilleros se usaron cuatro bandejas plásticas de 162 orificios y un sustrato comercial conocido como Peat Moss. La fase de germinación duró de 3 a 4 días para el repollo y de 8 a 10 para el cilantro. Después de colocadas las semillas se regaron las bandejas hasta que escurrieran y se dejaron envueltas en bolsas plásticas negras por tres días en un lugar fresco a la sombra; a los tres días se descubrieron las bandejas y se aplicaron dos riegos diarios, uno por la mañana y uno por la tarde (6:00a.m y 3:00 p.m. respectivamente). Después de 15 días se trasladaron las plántulas a macetas

plástica #1 con una capacidad de 125 cm³ y se aplicaron los riegos en los mismos periodos que en la fase de germinación, esta labor de replicado a macetas se realizó con el objetivo de desarrollar raíces para asegurar su supervivencia al momento del trasplante; los plantines de repollo en total pasaron 30 días en la fase de semillero.

3.6. Trasplante.

El repollo se trasplantó a los 30 días, en siembra al tresbolillo a un distanciamiento de 50 cm entre plantas, para los tratamientos que llevan este arreglo y en hilera simple a 50 cm entre planta y 80 cm entre hilera.

Para los tratamientos en sistemas asociados se plantó cebollín en hilera a un distanciamiento de 15 cm entre planta en el contorno de las camas; al momento de su trasplante se eliminaron las hojas y las puntas de las raíces del bulbo para favorecer el rebrote. En los tratamientos con arreglo al tres bolillo se trasplantó cilantro al centro del triángulo que formaron las plantas de repollo y en los tratamientos con arreglo de hileras, el cilantro se trasplantó en dos hileras al centro de la cama separadas a 30 cm de las hileras de repollo, a 25 cm entre hileras del cultivo y a 15 cm entre plantas.

3.7. Manejo de cultivo.

3.7.1. Acolchado o Mulch

Se aplicó un acolchado después del trasplante a base de una mezcla de hojarasca y zacate vetiver picado y un segundo al inicio de formación de cabeza de repollo con colcho de madera para mantener la humedad.

3.7.2. Riegos

Previo a efectuar los riegos en el ensayo se determinó la cantidad de agua a utilizar, a través de la medición de la humedad del suelo 24 horas después de saturado, considerando que es el método práctico de determinación de la humedad a capacidad de campo para suelos de textura franco arenosa. Para determinar esta humedad se pesó una muestra de suelo de 250 cm³ provenientes de las camas del experimento, se procedió a saturar la muestra con agua hasta observar una película brillante sobre el suelo y ocurrió el goteo; posteriormente se dejó drenar el agua por el tiempo mencionado y luego se pesó para obtener el peso de suelo húmedo en gramos (Psh1). Después de un periodo de 2 días se volvió a pesar la muestra para obtener el segundo valor de peso suelo húmedo (Psh2). Con estos valores se estimó el consumo de agua en ese periodo y que sirvió para calcular la cantidad de agua que habría que reponer para mantener el suelo con una humedad más o menos constante durante el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo. Este artificio se utilizó a falta del equipo para medir y mantener la capacidad de campo y que además puede ser una práctica a estudiar posteriormente.

%Hg= Humedad gravimétrica.

Psh1= Peso suelo húmedo 24 h

Psh2= Peso suelo húmedo 72 h

$$\%Hg = \frac{(Psh1 - Psh2) \times 100}{Psh2}$$

$$\%Hg = \frac{(283.5 \text{ gr} - 238.1 \text{ gr}) \times 100}{238.1}$$

$$\%Hg = 19.06\%$$

El valor obtenido de humedad gravimétrica fue de 19.06%; esto permitió calcular la cantidad de agua para regar el área experimental durante el desarrollo del cultivo. La humedad a recuperar en el suelo fue de 19.06% (ver Anexo).

Se aplicó una cantidad de 8 galones de agua por cama que en total fueron 32 galones cada dos días por cada riego.

3.7.3. Control de plagas.

Para el área en donde se desarrollo el experimento se utilizaron tres diferentes extractos orgánicos para el control preventivo y combativo de plagas y enfermedades.

Las enfermedades producidas por hongos y bacterias fueron prevenidas mediante el uso de un extracto elaborado a base de un macerado de cebolla y alcohol aplicándolo cada 15 días hasta los 45 días del cultivo.

Las plagas fueron controladas con dos diferentes extractos el primero elaborado con te elaborado con flores y hojas de Marigold *Tagetes erecta* a una relación de media libra de la planta en un galón de agua, el segundo extracto se elaboro utilizando media libra de chiles picantes una cabeza de ajo y una cebolla maceradas en un galón de agua, para todos los extractos se utilizo jabón de bola disuelto en agua como adherente y la aplicación se hizo al follaje directamente cada 15 días intercalados ambos extractos hasta que el cultivo cumplió 60 días de establecido. Los últimos 30 días previos a la cosecha no se observaron poblaciones significativas que afectaran al producto.

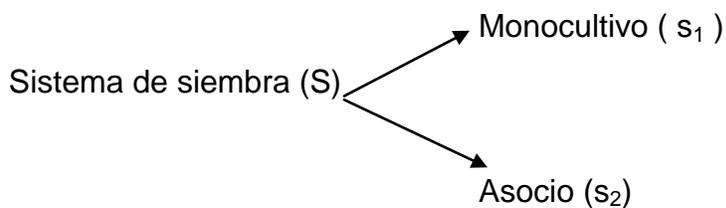
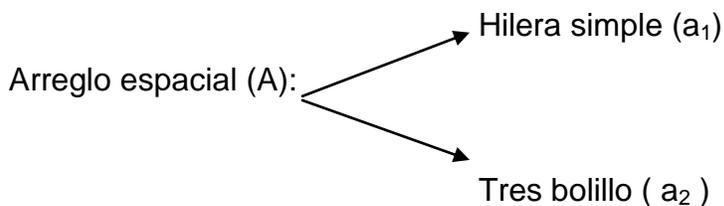
3.8. Metodología estadística.

El diseño estadístico utilizado en la investigación fue el de bloques completamente al azar bajo la modalidad de parcelas individuales con pseudoréplicas; cada parcela consistió en un bloque (Tratamiento) y en su interior se delimitaron cinco réplicas que constituyeron las repeticiones, cada una de ellas tuvo un área de 2 metros cuadrados (Ver figuras 2 y 3); se utilizó este tipo de modelo estadístico debido al acondicionamiento del terreno mediante terrazas⁶

3.8.1. Factores en estudio.

Los factores en estudio fueron dos arreglos espaciales (A) y dos sistemas de cultivo (S) y su efecto en el rendimiento del cultivo del repollo.

Los factores en estudio presentaron dos niveles cada uno y se desglosan de la siguiente manera:



⁶ Dr. Francisco Lara Asencio, consulta personal

3.8.2. Tratamientos.

La distribución de los tratamientos fue la siguiente:

T₀: Testigo = Método convencional.

T₁: a₁s₁= Hilera simple en monocultivo.

T₂: a₁s₂= Hilera simple en asocio con cebollino y cilantro.

T₃: a₂s₁= Tres bolillo en monocultivo

T₄: a₂s₂= Tres bolillo en asocio con cebollino y cilantro

3.8.3. Variables en estudio y toma de datos.

3.8.3.1. Toma de datos.

La recolección de las muestras y toma de datos fue realizada in situ para evitar pérdidas de humedad y obtener los datos de peso evitando sesgos, para la ubicación de muestras se determinaron 5 pseudoréplicas (repeticiones) en el área de 10 m² de las cuales se obtuvieron 4 unidades muestrales.

Repollo:

3.8.3.2. Área de cobertura foliar

La cobertura foliar para el caso del cultivo del repollo, se refiere al área que cubre la roseta o corona de cada planta y se midió a los noventa días de edad del cultivo que es el periodo de cosecha. El área de cobertura se obtuvo midiendo el diámetro de la corona de la planta en el terreno y luego se calculó el área aplicando la fórmula del área de la circunferencia ($\text{Área} = \pi \times r^2$).

3.8.3.3. Diámetro ecuatorial de cabezas.

Una vez tomado el dato de cobertura foliar de la planta, se cosecharon las cabezas del repollo quitándoles algunas hojas externas; el diámetro de las cabezas se midió con una escuadra graduada en centímetros.

3.8.3.4. Peso fresco de cabezas

Las cabezas de repollo se pesaron en una balanza de reloj calibrada en libras y onzas.

3.8.3.5. Longitud de raíces

Después de cosechadas las cabezas de repollo se arrancaron las raíces haciendo uso de un bieldo para extraerlas en su totalidad. Se hizo la medición desde la punta de la raíz más larga hasta el cuello de la planta.

3.8.3.6. Peso fresco de las raíces

A efecto de tener datos del desarrollo radicular se realizó el peso de la raíz desnuda previamente lavada.

3.8.3.7. Cilantro y Cebollín:

Para el cultivo de cilantro la cosecha se realizó a los 45 días después de la siembra. Los datos tomados fueron: peso fresco de la planta completa, longitud de raíces y tallos. Para el cultivo de cebollín la cosecha se hizo a los dos meses de establecido el cultivo y se tomaron datos de peso fresco de la planta completa y número de bulbos.

3.8.4. Tabulación de datos

Los datos obtenidos de la medición y peso de las cabezas de repollo se vaciaron en una matriz de doble entrada en la cual se establecieron los parámetros de medición y las repeticiones de un mismo tratamiento.

Figura 1. Distribución de los tratamientos en cada bloque para la evaluación de dos arreglos y dos sistemas de cultivo de repollo.

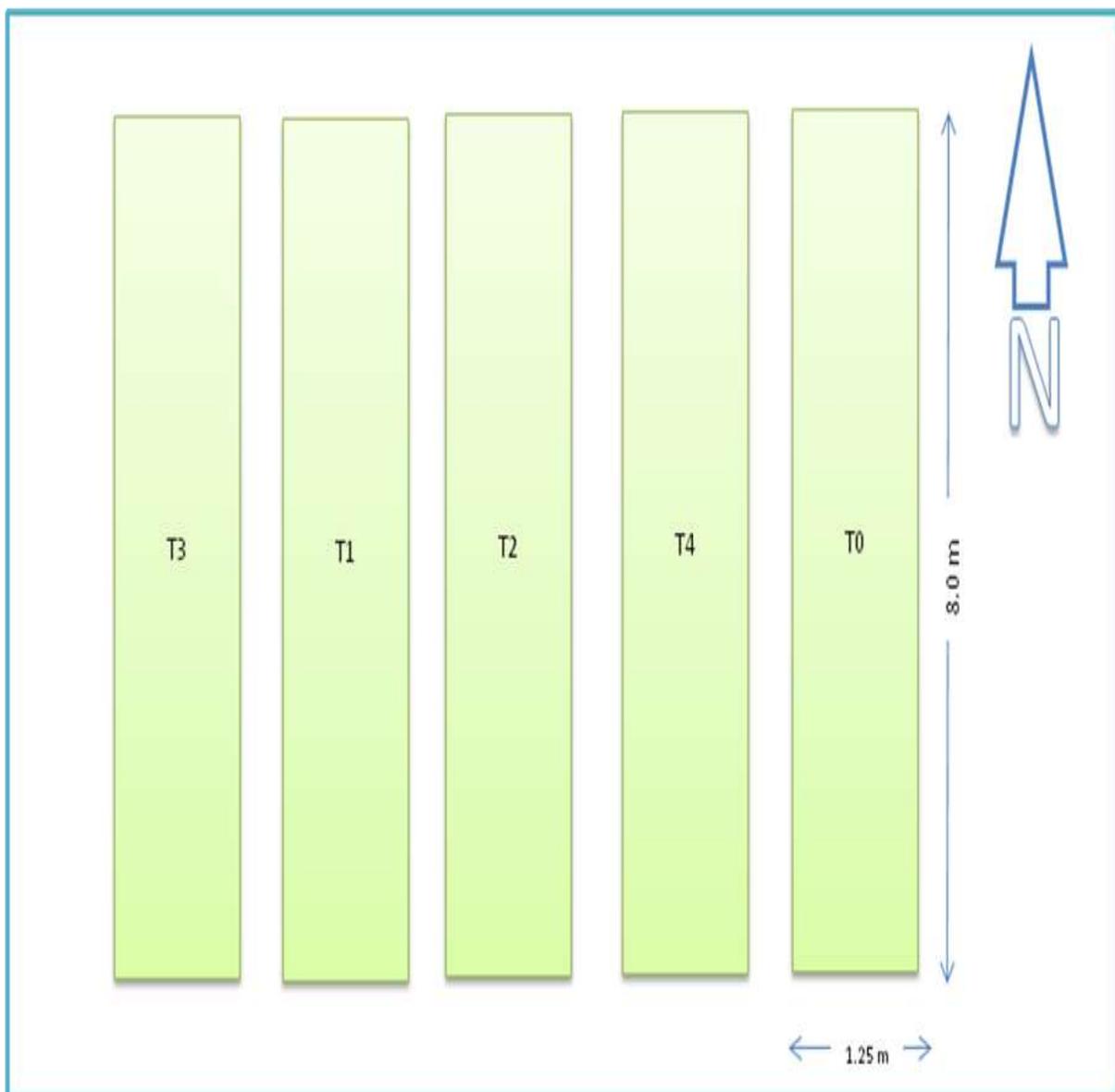
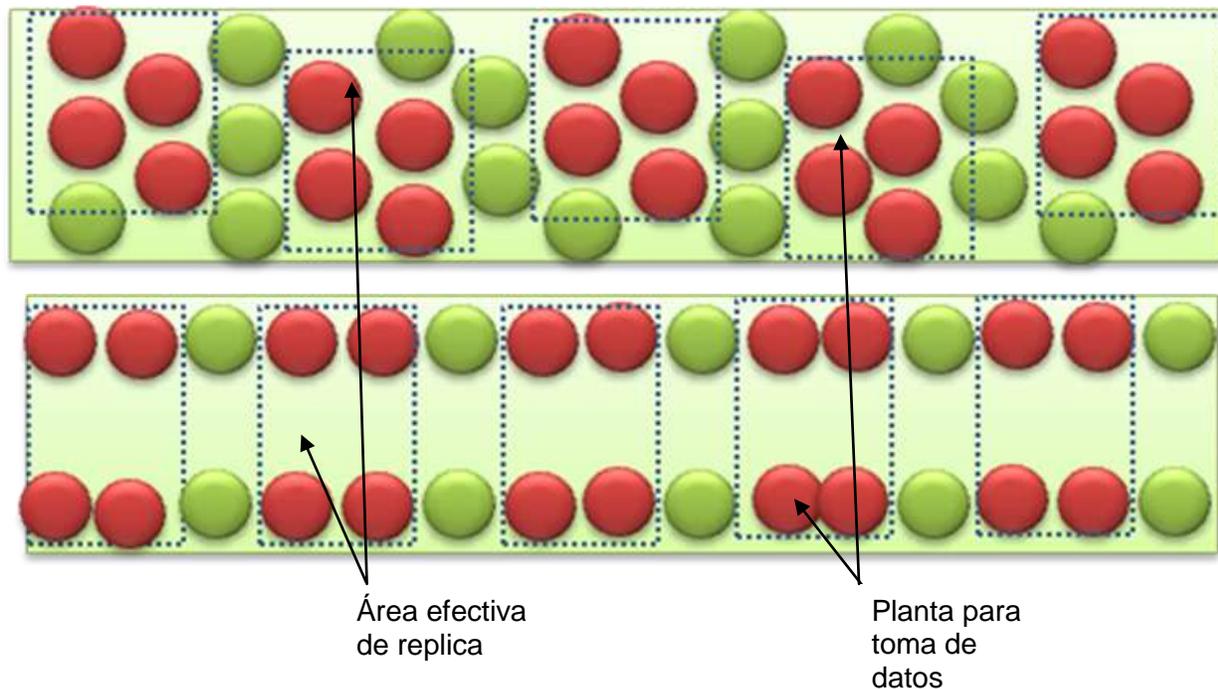
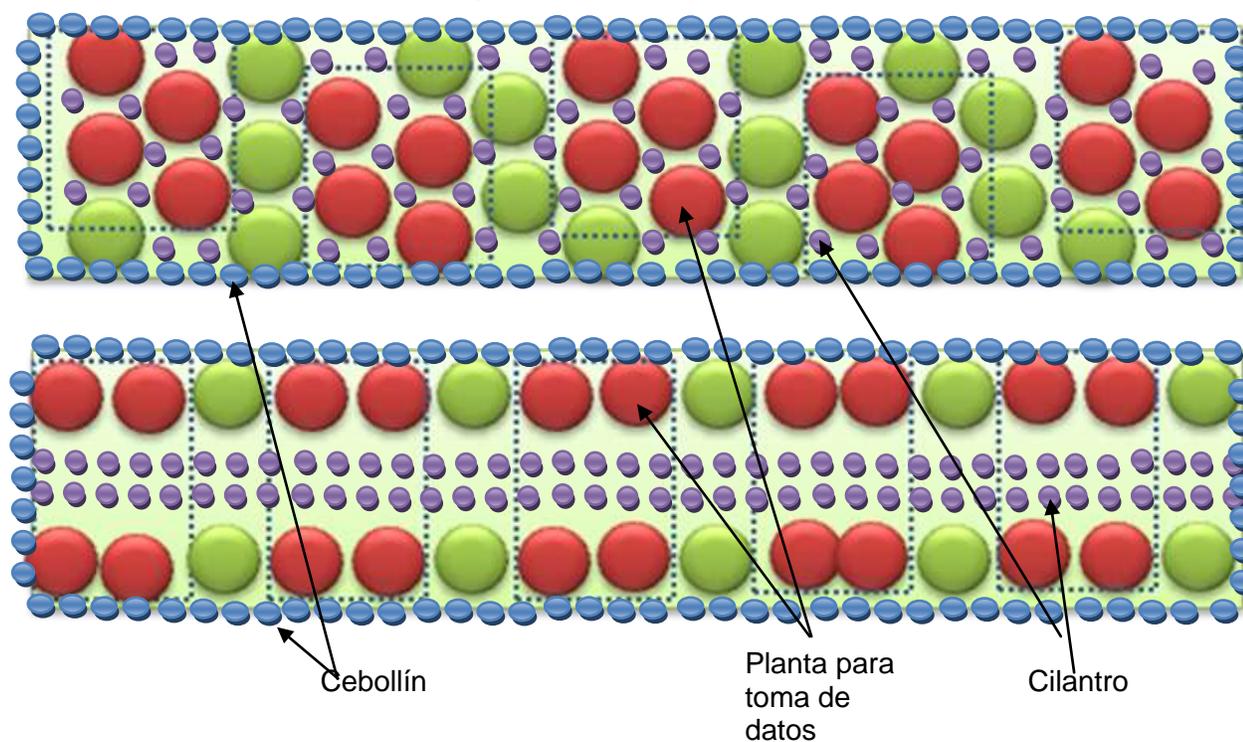


Figura 2: Distribución de las repeticiones en cada bloque o tratamiento y detalle de las unidades muestrales para la evaluación de dos sistemas de siembra y dos arreglos de cultivo.

Para sistema en asocio T1 y T3.



Para Sistema de asocio T2 y T4.



3.9. Análisis económico

3.9.1. Análisis de dominancia

El Análisis de dominancia se realizó clasificando las tecnologías, e incluyendo la tecnología que el productor usa comúnmente, se ordenaron de menor a mayor, en base a los costos tomando también los beneficios netos. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cuesta más que el anterior pero rinde un menor beneficio neto se dice que es "dominada" y es excluida del análisis

Este procedimiento utilizado es útil para hacer recomendaciones a productores y para seleccionar tecnológicas alternativas. El principio económico que soporta el análisis es que es beneficioso para el productor continuar invirtiendo hasta el punto donde el retorno de cada unidad extra invertida sea igual a su costo.

Cuando se aplica a una situación en la cual el productor se enfrenta a un conjunto de alternativas tecnológicas, el productor debe invertir en la tecnología más costosa mientras que la tasa marginal de retorno (al cambiar de una tecnología de bajo costo a una tecnología de costo mayor) sea más grande que la tasa de retorno mínima aceptable. Por lo tanto, las recomendaciones tecnológicas a los productores no deben basarse solamente en la premisa de que una tecnología es rentable (Eso es, los retornos adicionales son más grandes que los costos adicionales) si no que también debe satisfacer el criterio adicional de que la tasa marginal de retorno debe estar por encima de la tasa de retorno mínima aceptable. Tecnologías que satisfagan estos criterios tienen más posibilidad de ser adoptadas.⁷

⁷ Evans E. sf. Análisis Marginal: Un Procedimiento Económico para seleccionar tecnologías y Practicas Alternativas. University of Florida 6 p

3.9.2. Presupuestos parciales.

En este enfoque solamente se tomaron los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Para este análisis se tomaron los presupuestos calculados por cada 10 m² (Dimensiones de la cama de siembra) para poder visualizar que tratamiento es el más rentable para el productor.

4. RESULTADOS

El trabajo se desarrolló en un periodo de tiempo de 93 días desde los preparativos hasta la recolección de datos. Se inició con las primeras actividades de preparación de las camas de siembra el día 11 de Diciembre de 2008 y finalizó el 20 de marzo de 2009 con la fase de levantamiento del proyecto.

4.1. Clima

4.1.1. Precipitación media

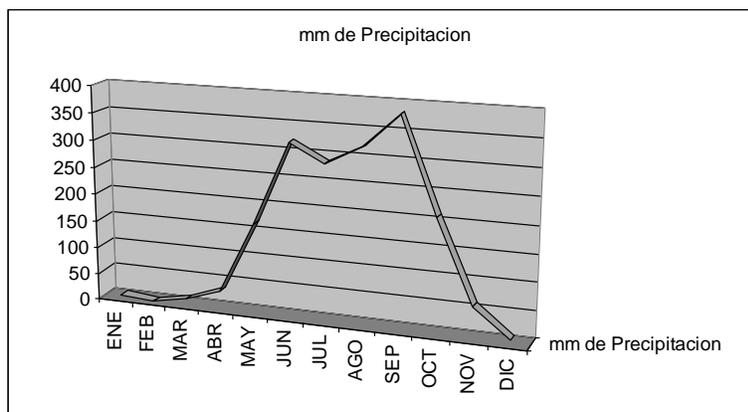
Para el cálculo de la precipitación, se analizó la confiabilidad de la estación ubicada en Cojutepeque. En el que presentó un valor ponderado de precipitación anual para el 2009 de 1,807.94 mm y un promedio de 150.66 mm de lluvia anual.⁸ El ensayo estuvo en campo por 90 días entre los meses de febrero a abril del 2009.

Cuadro No. 1. Precipitación mensual en milímetros de lluvia y temperaturas obtenidas en la estación meteorológica ubicada en Cojutepeque, Cuscatlán para el año 2009.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
mm de Precipitacion	5.05	0.65	12.2	35.24	166.8	320.3	287.3	320.7	382.5	210.3	59.49	7.5	1807.94

⁸ Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Figura 3. Gráfica de milímetros de precipitación mensual de lluvias para estación meteorológica de Cojutepeque, Cuscatlán durante el año 2009.



Para el cálculo de la temperatura, se obtuvo en base a la información de la estación ubicada en Cojutepeque. En el que presentó un valor ponderado de Temperatura promedio anual para el 2009 de xxx y un promedio de 25.9°C de temperatura El ensayo estuvo en campo por 90 días entre los meses de febrero a abril del 2009.

Cuadro No. 2. Temperaturas obtenidas en la estación meteorológica ubicada en Cojutepeque, Cuscatlán para el año 2009.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
T °c	24.9	25.5	25.6	27.1	25.9	25.0
TM °c	32.1	33.9	33.4	34.5	31.9	31.2
Tm °c	17.7	17.1	17.8	19.7	19.9	20.3

4.2. Análisis de los resultados.

Después de recolectadas y procesadas las muestras fueron vaciadas en una matriz en la cual se llevo el registro de las plantas de repollo obtenidas en las pseudoréplicas de cada tratamiento (ver anexos 1, 2, 3, 4) tomando los datos de las variables que se estudiaron, luego se procedió al cálculo de los promedios para poder desarrollar los análisis de varianza respectivos y la interpretación de los mismos.

Cuadro No. 3. Promedios de diámetro de follaje en centímetros en la fase de cosecha para cultivo de repollo.

Promedios de Diametro de follaje en centímetros (cm.)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	57,0	57,1	58,2	58,8	56,9	288,0	57,6
T2	57,8	58,4	56,3	58,0	58,4	288,9	57,8
T3	59,7	60,5	59,2	58,8	60,8	299,0	59,8
T4	56,5	60,3	59,3	57,6	56,5	290,2	58,0
Total	231,0	236,3	233,0	233,2	232,6	1166,1	233,2
Prom	57,8	59,1	58,3	58,3	58,2		

Cuadro No. 4. Análisis de Varianza de diámetro de follaje (cm).

ANVA, Diametro de follaje					
Fuentes de Variacion	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	15.38	5.13	4.02	0.026
Error	16	20.4	1.28		
Total	19	35.79			

En el cuadro No 3. Se muestran los promedios de diámetro de cobertura de la corona de la planta del tratamiento T₃ (Tres bolillo en monocultivo) que varió ligeramente en las repeticiones de 58.8 cm a 60.8 cm, obteniéndose un promedio de 59.8 cm, siendo el tratamiento con mayor diámetro de cobertura de corona; le siguió el T₄ (tres bolillo en asocio) con una variación de 56,5 cm a 60,3 cm y con un promedio de 58.0 cm; luego siguió el T₂ (Hilera simple en asocio) con una variación de 56.3 cm a 58,4 cm, con promedio de 57.8 cm; y por últimos se tiene el

T₁ (hilera simple en monocultivo) con una variación de 56.9 cm a 58.8 cm, con promedio de 57.6 cm se observa una variación entre tratamiento la cual es significativo al 5 %.

Cuadro No. 5. Promedios de área por planta o área de cobertura de follaje en la fase de cosecha del cultivo de repollo.

Área por planta en centímetros cuadrados (cm ²)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	2259,2	2566,0	2659,1	2711,4	2544,4	12740,1	2548,0
T2	2620,7	2682,8	2499,3	2648,4	2690,5	13141,7	2628,3
T3	2802,3	2876,5	2751,9	2717,7	2901,5	14049,9	2810,0
T4	2509,7	2854,7	2759,7	2601,8	2509,7	13235,6	2647,1
Total	10191,9	10980,0	10670,0	10679,3	10646,1	53167,3	10633,5
Prom	2548,0	2745,0	2667,5	2669,8	2661,5		

Cuadro No. 6. Análisis de Varianza para el Área por Planta (cm²) de repollo.

ANVA, Área por planta.					
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	129677.34	43225.78	4.15	0.023
Error	16	166772.46	10423.28		
Total	19	296449.79			

Acerca del área por planta en el cuadro No 5. se observan que el tratamiento T₃ (Tres bolillo en monocultivo) se comportó en las repeticiones entre 2717.7cm² a 2901.5cm², obteniéndose como tratamiento un área promedio de 2810.0 cm², y siendo este el de mayor área de cobertura foliar sobre el resto de los tratamientos; le siguió el T₄ (tres bolillo en asocio) con un rango de área de 2509.7 cm² a 2854.7 cm² y con un promedio de 2647.3cm²; luego siguió el T₂ (hilera simple en asocio) con un rango de 2499.3 cm² a 2690.5 cm², y un promedio de área 2628.3cm²; y por últimos se tiene el T₁(hilera simple en monocultivo) con un rango de 2259.2 cm² a 2711.4 cm², con un promedio de 2548.0 cm². La variación entre tratamiento para esta variable fue significativa al 5 %.

Cuadro No. 7. Promedios de diámetro de cabeza en centímetros en la fase de cosecha de cultivo de repollo.

Promedios de diámetro de cabeza en centímetros (cm.)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	18,9	18,9	19,1	19,4	19,1	95,4	19,1
T2	19,2	19,2	20,1	20,9	20,7	100,1	20,0
T3	20,5	20,5	19,7	19,3	18,7	98,7	19,7
T4	17,1	18,6	18,5	18,9	19,3	92,4	18,5
Total	75,7	77,2	77,4	78,5	77,8	386,6	77,3
Prom	18,9	19,3	19,4	19,6	19,5		

Cuadro No. 8. Análisis de Varianza para diámetro de cabeza (cm) del cultivo de repollo.

ANVA, Diámetro de cabeza.					
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	7.15	2.38	4.79	0.014
Error	16	7.96	0.5		
Total	19	15.1			

En el cuadro No. 7 se visualizan promedios de diámetros de cabeza en el que el tratamiento T₂ (Hilera simple en asocio) muestra un rango en sus repeticiones de 19.2cm a 20.9cm, obteniéndose un promedio de 20.0 cm de diámetro de cabeza, siendo el tratamiento con mayor diámetro; le siguió el T₃ (tres bolillo en monocultivo) con una rango de diámetro de cabeza de 18.7cm a 20.5 cm y con un promedio de 19.7 cm ; luego el T₁ (hilera simple en monocultivo) con una rango de promedios de 18.9cm a 19.4 cm, con promedio de 19.1 cm; y por últimos se tiene el T₄ (tres bolillo en asocio) con un rango de diámetros de 17.1 cm a 19.3 cm, con un promedio de 18.5 cm, siendo significativa la variación entre tratamientos al 5% .

Cuadro No. 9. Promedios de Peso de cabeza en kilogramos en la fase de cosecha para cultivo de repollo.

Promedio de peso de cabeza en Kilogramos (Kg)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	1,9	2,0	1,8	2,1	2,0	9,8	1,96
T2	1,6	1,0	1,0	2,0	2,2	7,8	1,56
T3	2,3	1,9	2,1	1,8	1,9	10	2,0
T4	1,5	1,9	1,7	1,8	1,9	8,8	1,76
Total	7,3	6,8	6,6	7,7	8,0	36,4	7,28
Prom	1,8	1,7	1,7	1,9	2,0		

Cuadro No. 10. Análisis de Varianza para de Peso de cabeza (Kg) del cultivo de repollo.

ANVA, Peso de cabeza.					
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	0.62	0.2	2.11	0.139
Error	16	1.56	0.1		
Total	19	2.17			

En el cuadro No. 9, se nota que en los rendimientos de peso de cabeza el T₃ (tres bolillo en monocultivo) el comportamiento en las repeticiones oscila de 1.8 kg a 2.30 kg, obteniéndose un promedio de peso de cabeza de 2.0 kg, siendo el tratamiento con mayor rendimiento; le siguió el T₁(hilera simple en monocultivo) con un rendimiento de 1.8kg a 2.1kg y con un promedio de 1.96 kg; luego el T₄ (tres bolillo en asocio) con valores de 1.5 kg a 1.9 kg, y un promedio de 1.76 kg; y se tiene el T₂ (hilera simple en asocio) con una variación de 1.0 kg a 2.2 kg, y una media de 1.56 kg. A pesar que se observa una variación de pesos entre tratamientos sin embargo esta no es significativa al 1 %.

Cuadro No 11. Promedios de longitud de raíces en centímetros en la fase de cosecha de cultivo de repollo.

Promedios de longitud de raíces en centímetros (cm.)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	34,1	35,3	34,8	37,4	32,8	174,4	34,9
T2	33,8	35,3	36,8	33,3	37,8	177,0	35,4
T3	37,8	33,0	39,0	36,3	32,8	178,9	35,8
T4	45,0	45,0	42,1	36,5	41,5	210,1	42,0
Total	150,7	148,6	152,7	143,5	144,9	740,4	148,1
Prom	37,7	37,2	38,2	35,9	36,2		

Cuadro No 12. Análisis de Varianza para longitud de raíces (cm).

ANVA, Longitud de raíces.					
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	126.75	42.25	7.09	0.003
Error	16	95.38	5.96		
Total	19	222.13			

Con relación a la longitud de raíces en el cuadro No 11. se observa que el T₄ (Tres bolillo en asocio) presentó mayor longitud en comparación con los otros tratamientos obteniéndose valores entre 36.5cm a 45.0cm en las repeticiones, y un promedio de 42.0 cm; Para el caso de T₃ (tres bolillo en monocultivo) la variación de longitud fue de 32.8cm a 39.0 cm y con un promedio de 35.8 cm ; luego siguió el T₂ (hilera simple en asocio) con una variación de 33.3 cm a 37.8 cm, con promedio de 35.4 cm; se tiene el T₁ (hilera simple en monocultivo) con una variación de longitud cm a 32.8 cm a 37.4 cm , con promedio de 34.9 cm. El análisis de varianza para esta variable mostró una alta significancia al 1%. Entre tratamientos.

Cuadro No 13. Promedios de peso de raíces en gramos en la fase de cosecha para el cultivo de repollo

Promedio de peso de raíces en gramos (gr.)							
Tratamientos	I	II	III	IV	V	Total	Prom
T1	63,1	59,5	59,5	58,8	60,2	301,1	60,2
T2	63,1	59,5	61,0	63,1	73,7	320,4	64,1
T3	69,5	64,5	61,7	58,8	60,2	314,7	62,9
T4	68,8	65,2	61,7	63,1	66,6	325,4	65,1
Total	264,5	248,7	243,9	243,8	260,7	1261,6	252,3
Prom	66,1	62,2	61,0	61,0	65,2		

Cuadro No 14. Análisis de Varianza de Peso de raíces (gr) en cultivo de repollo

ANVA, Peso de raíces					
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	CF	Pr>F
Tratamientos	3	39.07	13.02	0.94	0.442
Error	16	220.89	13.8		
Total	19	259.97			

El cuadro No 13. muestra los pesos de raíces en el que T₄ (Tres bolillo en Asocio) los valores variaron en las repeticiones de 61.7 gr a 68.8 gr, obteniéndose un promedio de peso de 65.1 gr, siendo el tratamiento con mayor peso de raíces; le sigue el T₂ (hilera simple en asocio) con una variación de 61.0 gr a 73.7 gr y con un promedio de 64.1 gr; luego el T₃ (tres bolillo en monocultivo) con una variación de 58.8 gr a 69.5 gr, con promedio de 62.9 gr; y por último el T₁ (hilera simple en monocultivo) con una variación de 58.8 gr a 63.1 gr, y un promedio de 60.2 gr la variación entre tratamientos no fue significativa.

5. DISCUSIÓN.

5.1. Efecto de los arreglos en el cultivo de repollo .



Figura 4. Gráfica del promedio del diámetro de corona de follaje para cada uno de los tratamientos.

El primer fenómeno observado en los arreglos de cultivo está relacionado con el diámetro de la corona de follaje, el cual es superior al distanciamiento dado a las planta de 50.0 cm, utilizado en el sistema convencional del cultivo del repollo (Manual Súper B), sin embargo John Jeavons promotor de Método de cultivos Biointensivo recomienda 42.0

cm. Los diámetros mostrados en los arreglos tuvieron una variación promedio de 8.0 cm más que el distanciamiento que se dio entre plantas, formando un ligero traslape entre coronas de follaje y siendo el tratamiento T₃ y T₄ arreglo de tres bolillo los que presentaron valores más altos en comparación al arreglo espacial de hilera simple. Se asocia este diámetro de hoja con la presencia de humedad en las camas, que Pía F. 2005 afirma “Cuando se siembra las plantas en un sistema de Triangulación (tres Bolillo) las plantas crecen rápidamente y cubren la cama sin dejar espacios libres. De esta forma, se cierra el cultivo generando sombra sobre el suelo con las siguientes ventajas: A) impide el desarrollo de malas hierbas; B) La evapotranspiración en el suelo es menor; C) Se desarrolla un microclima creando también una termorregulación influyendo también directamente en la vida que se desarrolla en el sistema de suelo”. De tal manera como se observa en la figura 4 de diámetro de corona, el arreglo de siembra al



Figura 5. Gráfica del promedios del área de cobertura de follaje por planta cada uno de los tratamientos en estudio.

tres bolillo produjo los mayores diámetros, caso contrario es lo presentado en el arreglo de hilera simple, tal como se observa en la figura 5

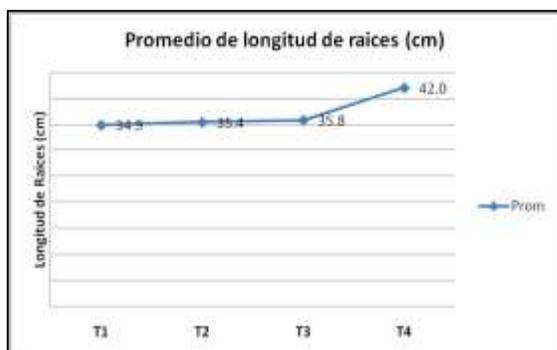


Figura 6. Gráfica de promedios de longitud de raíces de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

Otra variable en la que el arreglo de tres bolillo presenta alta significancia al 1%, es en las longitudes de raíces, que también puede relacionarse con la humedad asociada a la cobertura de la corona de follaje sobre el suelo; lo que en observación de campo fue verificado y confirmado cuando se hacía la prueba de humedad gravimétrica previo a la

realización de los riegos.

La facilidad que tiene el sistema radicular en profundizar es debido a que el suelo mantiene la humedad, las hojas de repollo crean sombra sobre el suelo lo que reduce la evaporación lo que mantiene el sistema de suelo con agua y movilidad de nutrientes. Caso contrario se muestra en los arreglos de hilera simple en los que en el espacio entre surcos el suelo se mantenía un poco más seco

5.2. Efecto de sistemas de cultivo.

En relación al peso de cabeza aunque este valor no es significativo en el análisis de varianza, se observa un comportamiento de los tratamientos T1 y T3 del sistema de monocultivo el cual presenta una ligera variación de 1.96 kg a 2.0 kg con relación al sistema de asocio en los tratamientos T2 y T4 que sus valores se encuentran



Figura 7. Gráfica de pesos promedios de cabezas de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

entre 1.56 kg a 1.76 kg. Habiendo una brecha de 200 a 400 gr entre los dos

sistemas de cultivo (ver cuadro No.8), podemos relacionar este fenómeno a la competencia ejercidas por las plantas de cilantro y cebollín por nutrientes y humedad dentro del sistema de cultivo. los pesos de las cabezas son adecuados para la comercialización eso nos dice que una fertilización orgánica produce los mismos rendimientos en un corto plazo comparándolo con el sistema convencional ya que su diferencia no es significativa, además en el sistema de asocio se aprovecha aun más el espacio.

5.3. Interacciones entre sistemas y arreglos.

En la lectura de los datos del grafico... se observa la relación entre los arreglos y sistemas de cultivos que el T3, Tres bolillo en sistema de monocultivo es el que ha presentado mayores rendimientos en peso de cabezas. Sin embargo el T4 Tres bolillo en asocio lo presento en el mayor rendimiento en peso de raíz.

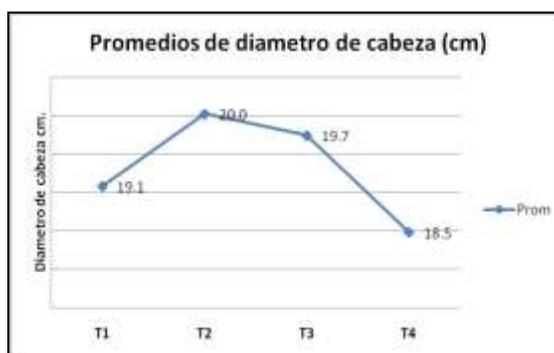


Figura 8. Gráfica de promedios de diámetros de cabezas de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

En las interacciones entre los tratamientos siempre existen influencias en los principios planteados por lo cual nos permite inferir que no necesariamente el tamaño de las raíces será directamente proporcional al peso de cabeza (ver figuras 6 y 8) el método de Cultivo Biointensivo de Alimentos se ha hecho un análisis de los datos proporcionados estadísticamente y en la mayor influencia observado en los promedios mayores en los arreglos de cultivos al



Figura 9. Gráfica de pesos promedios de raíces de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

tres bolillo además de este mayor rendimiento en peso de cabeza se obtienen 5 unidades más de repollo que en el sistema de hileras.

Existen otras variables que influyen directamente a esta condición en las que encontramos la humedad observada en campo en las camas que presentaban el arreglo de tresbolillo.

El arreglo espacial Tres bolillo presento las mayores longitudes de raíces siendo el tratamiento T₄ Tres bolillo en asocio con cebollino y cilantro (Método Biointensivo) el presentar el mayor promedio con relación a otros tratamientos, puede darse la explicación en el cual este tratamiento es en el que la humedad del suelo se

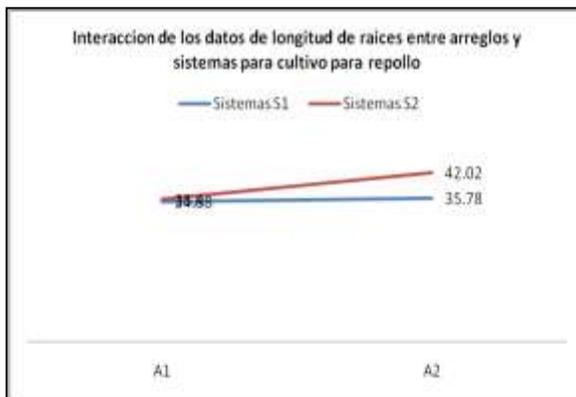


Figura 10. Gráfica de interacción entre arreglos y sistemas de cultivos para promedios de longitud de raíces de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

mantuvo de manera más constante (apreciación en campo) ya que había un microclima generado por el follaje de las plantas establecidas a través de toda la cama de siembra, el cual mantenía humedad en el suelo y directamente una soltura en su estructura, esta humedad asociada también se debe al aporte de materia orgánica proveniente del abonado y la capa de acolchado. Al tener una

estructura más suelta existe poca dificultad para las raíces en profundizar. Los datos observados en la interacción muestran una tendencia superior en el tresbolillo en asocio (A₂, S₂), relacionando este valor con el análisis de ANVA el cual dio altamente significativo indicando que si existe influencia del asocio entre plantas y la siembra cercana en tresbolillo para la profundización del sistema radicular de las plantas de repollo.

Para Jeavons J. (2002) Una cama bien preparada con tierra suelta a una profundidad de 60 cm deja que las raíces de las plantas crezcan de manera

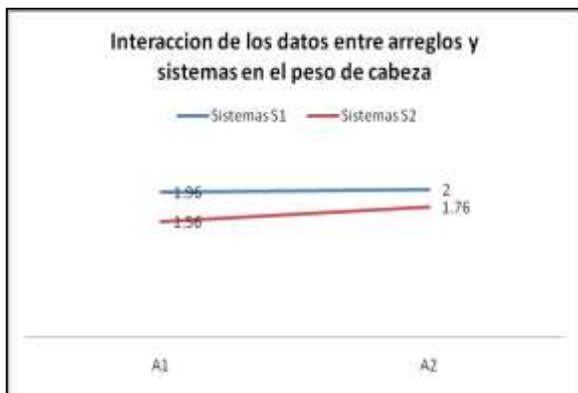


Figura 11. Gráfica de interacción entre arreglos y sistemas de cultivos para promedios de peso de cabeza de cultivo de repollo para los tratamientos en estudio.

equilibrada y proporciona una cantidad constante de nutrientes al resto de la planta esto sumado al microclima generado por la cobertura de follaje de las platas sembradas en las camas. El agua se puede mover a través del suelo libremente y las hierbas o malezas se pueden sacar con facilidad. Las raíces de las plantas tienen tanta tierra suelta disponible, que permite que un mayor número de ellas crezca en cierta área.

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1. Análisis de dominancia

Utilizando los presupuestos calculados para cada tratamiento en un área de 10m² (área por cada cama de siembra) se ordeno de mayor a menor, se analizo y se comparo el total de cada uno de los presupuestos para determinar cuales tratamientos son dominantes y cuales son dominados siendo el T₄ Tresbolillo en asocio con cilantro y cebollín el que dominaba por sus bajos costos al resto de los tratamientos.

6.2 Relación beneficio/costo.

Para determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio se realizó el análisis de beneficio/ costo, tomando los costos y beneficios por área de 10 mt² (área por cama) de establecimiento del cultivo, En el cuadro No. 14 se presentan los rendimientos e ingresos con relación a los beneficios costos obtenidos, indicando que los tratamientos tienen una recuperación de las inversiones más un porcentaje; expresando que por cada dólar que el productor invierte, obtendrá el dólar invertido más un margen adicional de ganancia donde los tratamientos T₄ y T₃ obtuvieron una relación Beneficio/ costo de \$1.08 y \$0.80 respectivamente. Tomando como base para la relación el precio de plaza de \$0.70 el kilogramo de repollo (\$1.50 repollo entero), \$0.50 el manojo de cilantro y \$1.00 el manojo de cebollín

Cuadro No. 15. Rendimientos e ingresos obtenidos con relación a los beneficios/costos en la evaluación de dos arreglos y dos sistemas en el cultivo de repollo bajo la modalidad de Método de Cultivo Biointensivo de Alimentos.

Rendimientos e Ingresos							
Tratamientos	Rendimientos repollo kg	Precio \$	Rendimiento cilantro (Manojos)	Precio \$	Rendimiento cebollin (Manojos)	Precio \$	Ingreso 10 m ²
T0 (Testigo)	58.2	\$ 0.70	0	\$ -	0	\$ -	\$ 40.74
T1 (Hilera simple, Monocultivo)	50.8	\$ 0.70	0	\$ -	0	\$ -	\$ 35.56
T2 (Hilera simple, Asocio)	46.8	\$ 0.70	8	\$ 0.50	12	\$ 1.00	\$ 48.76
T3 (Tres bolillo, Monocultivo)	70.0	\$ 0.70	0	\$ -	0	\$ -	\$ 49.00
T4 (Tres bolillo, Asocio)	61.6	\$ 0.70	4	\$ 0.50	10	\$ 1.00	\$ 55.12

Relacion Beneficio Costo				
Tratamientos	Costos (\$)	Ingreso (\$)	Beneficio (\$)	Relacion B/C (\$)
T0 (Testigo)	\$ 34.10	\$ 40.74	\$ 6.64	\$ 0.19
T1 (Hilera simple, Monocultivo)	\$ 29.90	\$ 35.56	\$ 5.66	\$ 0.19
T2 (Hilera simple, Asocio)	\$ 29.20	\$ 48.76	\$ 19.56	\$ 0.67
T3 (Tres bolillo, Monocultivo)	\$ 27.20	\$ 49.00	\$ 21.80	\$ 0.80
T4 (Tres bolillo, Asocio)	\$ 26.50	\$ 55.12	\$ 28.62	\$ 1.08

Cuadro No. 16. Análisis de dominancia en costos de producción para Sistema de cultivo de repollo en monocultivo y asociado con cilantro y cebollín y bajo arreglos en hilera simple y tresbolillo.

Costos parciales para los tratamientos en estudio.					
Actividad	T0	T1	T2	T3	T4
Limpieza de terreno	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60
Preparacion de camas	\$ 1.50	\$ 3.00	\$ 3.00	\$ 3.00	\$ 3.00
Preparacion de semilleros	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60
trasplante a macetas	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60
Transplante a terreno	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 1.50
Abonados	\$ 1.20	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60	\$ 0.60
Aporcos	\$ 1.80	\$ 0.90	\$ 0.90	\$ 0.30	\$ 0.30
Riegos	\$ 18.60	\$ 16.20	\$ 16.20	\$ 15.00	\$ 15.00
Aplicación de plaguicida	\$ 1.20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
costo de plaguicida	\$ 3.50	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Aplicación de extracto botanico	\$ -	\$ 1.20	\$ 0.60	\$ 1.20	\$ 0.60
Costo extracto botanico	\$ -	\$ 2.00	\$ 1.00	\$ 2.00	\$ 1.00
limpiezas de hierbas	\$ 1.80	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 0.60	\$ 0.60
Recoleccion de cilantro	\$ -	\$ -	\$ 0.60	\$ -	\$ 0.60
Recoleccion de cebollin	\$ -	\$ -	\$ 0.30	\$ -	\$ 0.30
Cosecha de repollos	\$ 1.20	\$ 1.20	\$ 1.20	\$ 1.20	\$ 1.20
TOTAL	\$ 34.10	\$ 29.90	\$ 29.20	\$ 27.20	\$ 26.50

6.3. Presupuestos parciales

El cuadro No. 15, Se detallan los costos de producción por área de 10 m² (área de cada cama de siembra) para los tratamientos en estudio, el análisis de dominancia aplicado a los tratamientos refleja que los tratamientos T₄ y T₃ (ambos arreglos en tres bolillo) expresan los menores costos de producción con relación al resto de los tratamientos T₂ y T₁ (Hileras) y el testigo T₀ (método Convencional).

En el anexo 7. se colocan los costos iniciales del proyecto los cuales son generales para todo el experimento e incluye a los tratamientos y testigo.

5. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de productividad el T₃ tres bolillo en monocultivo presentó los mejores rendimientos en peso y apariencia de las cabezas de repollo.

El tratamiento T₃ tres bolillo en monocultivo presentó el mayor rendimiento de biomasa del cultivo del repollo bajo los principios de doble excavación, uso de composta y siembra cercana del Método Biointensivo.

El arreglo espacial de tresbolillo produjo mejores rendimientos tanto en peso como en cantidad de unidades por área de repollo.

El sistema de monocultivo produjo mejores resultados por peso en el cultivo de repollo.

En la interacción entre los arreglos espaciales y los sistemas de siembra de los cultivos en estudio, el T₃ Tres bolillo en monocultivo presentó los mayores rendimientos en peso por cabeza de repollo; El T₄ Tres bolillo en asocio con cilantro y cebollín fue el tratamiento donde se pudo evidenciar un mejor uso del espacio de terreno al obtener más beneficios.

Al evaluar económicamente los tratamientos, el Tres bolillo en asocio (T₄) es el que presenta los mayores beneficios al obtenerse tres productos (cilantro, cebollín y repollo) en una misma área de terreno generando ingresos adicionales mientras se desarrolla el cultivo principal (repollo), se determinó que el tratamiento que muestra mayor eficiencia y aplicabilidad es el de Tres bolillo en monocultivo (T₃).

6. RECOMENDACIONES

Utilizar el sistema de siembra de tresbolillo en monocultivo para establecer cultivo de repollo bajo el Método de Cultivo Biointensivo de Alimentos ya que este presenta mejores rendimientos en peso y supera en 5 unidades más al arreglo en hileras.

Es factible el establecer un sistema cultivo de repollo en asocio con cilantro y cebollín como una alternativa en la generación de ingresos a nivel de huerto familiar tanto si se establece un arreglo de hileras como en arreglo al tres bolillo.

Se recomienda desarrollar estudios similares evaluando la aplicabilidad de los principios del Método de Cultivo Biointensivo de Alimentos.

7. BIBLIOGRAFIA

- ADEPE (Asociación para el Desarrollo de la Provincia de Espillat República Dominicana) Consultado el 28 de agosto de 2008.
www.adepe.org.do/info/pro-repollo.
- Arrollo Riso K. 2005. Cultivo de hortalizas orgánicas utilizando el Método Biointensivo. Experiencia en Las Cañadas, Huatusco, Veracruz México. ECOPOL P. 2-4.
- Bourne, W. C., Araujo M. A. y Campos C.E. 1966. Levantamiento general de suelos de la republica de El salvador: Cuadrante 2457- III Cojutepeque. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección general de Investigaciones Agronómicas.
- Evans E. sf. Análisis Marginal: Un Procedimiento Económico para seleccionar Tecnologías y Practicas Alternativas. University of Florida 6 p.
- Everhart E. 2003. El huerto Domestico. Guía de horticultura. Iowa State University 1 p.
- Fuentes F. 2003. Guía técnica del repollo. La Libertad, El Salvador CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 35 p.
- Gatachew Y 2002 El Huerto Viviente: Un Método Bio-intensivo para la Agricultura Urbana en Etiopia. Revista Agricultura Urbana No 6: p. 15-17.
- Gispert C. 1999. Enciclopedia practica de agricultura y ganadería. Barcelona, España por Editorial Océano P. 559-561
- Hieronimi H. 2008 Permacultura Principios y prácticas para un mundo en

descenso energético Huastusco, Veracruz México.

Jeavons J, 2002. Cultivo Biointensivo de alimentos, más alimentos en menos espacio © Ecology Action, p 31.

Konijnenburg A. 2009. Producción Orgánica desde el 2001 hasta hoy. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Buenos Aires Argentina p1.

Martínez Valdez J.M. 2005 El Método Biointensivo de Cultivo, Filosofía y Principios Veracruz México. ECOPOL. 15 p.

Medina J. et-al. 2009 El Huerto Familiar Biointensivo Asocio de cultivos SERMANAT México México D. F. pags. 23-25.

Molledo J. 2002. El huerto escolar ecológico: un proyecto para la atención a la diversidad. Zaragoza, España. Coordinado por Cea, IES p 19.

Pia F. 2005 Huerta orgánica Biointensivo El Trasplante CIESA- INFOAM B Provincia del Chubut Argentina p 104-105.

Red Permacultura Cultivo del Repollo Consultado el 12 de Agosto 2009 en: www.redpermacultura.org/articulos-categorias/14-agricultura-ecologica

Relación Suelo, Agua, Planta. La Comisión Nacional De Riego Y El Instituto De Investigaciones Agropecuarias, INIA Intihuasi, Chile. 60 págs.

Sánchez V Fertilidad Del Suelo Y Nutrición Mineral De Plantas - Conceptos Básicos. FERTITEC S.A. España 125 p.

Seimur J. 1991. El horticultor Autosuficiente. El método del bancal profundo Editorial Blume Bracelona España. P. 106.

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en monocultivo (T1).

Surco Simple Monocultivo									
1	Repetición	Diametro de hojas (centímetros)	perímetro de cabeza (centímetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centímetros)	peso de raíces (Gramos)	radio	area por planta (cm ²)	Diametro de cabezas (cm)
		61.0	63.0	2.2	33.0	62.4	30.5	2922.5	20.1
		54.0	57.0	1.6	32.4	62.4	27.0	2290.2	18.1
		54.0	59.0	1.8	37.0	70.9	27.0	2290.2	18.8
		59.0	58.0	1.9	34.0	56.7	29.5	2734.0	18.5
Prom.		57.0	59.3	1.9	34.1	63.1	28.5	2559.2	18.9
2	Repetición	Diametro de hojas (centímetros)	perímetro de cabeza (centímetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centímetros)	peso de raíces (Gramos)	radio	area por planta (cm ²)	Diametro de cabezas (cm)
		59.0	61.0	2.2	39.0	65.2	29.5	2734.0	19.4
		58.5	60.0	2.1	38.0	59.5	29.3	2687.8	19.1
		54.0	59.0	1.8	35.0	56.7	27.0	2290.2	18.8
		57.0	57.0	1.8	29.0	56.7	28.5	2551.8	18.1
Prom.		57.1	59.3	2.0	35.3	59.5	28.6	2566.0	18.9
3	Repetición	Diametro de hojas (centímetros)	perímetro de cabeza (centímetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centímetros)	peso de raíces (Gramos)	radio	area por planta (cm ²)	Diametro de cabezas (cm)
		58.0	60.0	1.8	32.0	56.7	29.0	2642.1	19.1
		56.7	59.5	1.7	28.0	59.5	28.4	2525.0	18.9
		60.0	61.0	1.9	40.0	56.7	30.0	2827.4	19.4
		58.0	60.0	1.8	39.0	65.2	29.0	2642.1	19.1
Prom.		58.2	60.1	1.8	34.8	59.5	29.1	2659.1	19.1
4	Repetición	Diametro de hojas (centímetros)	perímetro de cabeza (centímetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centímetros)	peso de raíces (Gramos)	radio	area por planta (cm ²)	Diametro de cabezas (cm)
		58.0	61.0	2.1	31.0	56.7	29.0	2642.1	19.4
		59.0	62.0	2.2	39.5	56.7	29.5	2734.0	19.7
		58.0	59.7	1.8	40.0	56.7	29.0	2642.1	19.0
		60.0	61.6	2.2	39.0	65.2	30.0	2827.4	19.6
Prom.		58.8	61.1	2.1	37.4	58.8	29.4	2711.4	19.4
5	Repetición	Diametro de hojas (centímetros)	perímetro de cabeza (centímetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centímetros)	peso de raíces (Gramos)	radio	area por planta (cm ²)	Diametro de cabezas (cm)
		57.0	62.0	2.3	37.0	65.2	28.5	2551.8	19.7
		55.0	59.0	2.2	32.0	56.7	27.5	2375.8	18.8
		56.6	58.6	1.7	31.0	62.4	28.3	2516.1	18.7
		59.0	61.0	1.9	31.0	56.7	29.5	2734.0	19.4
Prom.		56.9	60.2	2.0	32.8	60.2	28.5	2544.4	19.1

Anexo 2. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en asocio (T2).

1	Surco simple en asocio cilantro + cebollin							
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	59.0	57.0	1.4	32.0	2.2	29.5	2734.0	18.1
	57.0	62.0	1.8	32.0	2.2	28.5	2551.8	19.7
	56.0	59.0	1.6	37.0	2.5	28.0	2463.0	18.8
	59.0	63.0	1.8	34.0	2.0	29.5	2734.0	20.1
Prom.	57.8	60.3	1.6	33.8	2.2	28.9	2620.7	19.2
2								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	59.0	61.0	1.0	39.0	2.3	29.5	2734.0	19.4
	58.5	60.0	1.0	38.0	2.1	29.3	2687.8	19.1
	54.0	59.0	0.8	35.0	2.0	27.0	2290.2	18.8
	62.0	61.0	1.0	29.0	2.0	31.0	3019.1	19.4
Prom.	58.4	60.3	1.0	35.3	2.1	29.2	2682.8	19.2
3								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	49.0	67.0	1.0	31.0	2.0	24.5	1885.7	21.3
	58.0	65.0	1.1	37.0	2.3	29.0	2642.1	20.7
	60.0	61.0	0.9	40.0	2.0	30.0	2827.4	19.4
	58.0	60.0	0.8	39.0	2.3	29.0	2642.1	19.1
Prom.	56.3	63.3	1.0	36.8	2.2	28.1	2499.3	20.1
4								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	58.0	61.0	0.9	31.0	2.0	29.0	2642.1	19.4
	58.0	65.0	2.2	32.0	2.0	29.0	2642.1	20.7
	54.0	69.0	2.4	31.0	2.2	27.0	2290.2	22.0
	62.0	68.0	2.6	39.0	2.7	31.0	3019.1	21.6
Prom.	58.0	65.8	2.0	33.3	2.2	29.0	2648.4	20.9
5								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	57.0	62.0	2.3	37.0	2.3	28.5	2551.8	19.7
	55.0	70.0	2.3	43.0	2.9	27.5	2375.8	22.3
	56.6	58.6	1.7	31.0	2.2	28.3	2516.1	18.7
	65.0	70.0	2.4	40.0	3.0	32.5	3318.3	22.3
Prom.	58.4	65.2	2.2	37.8	2.6	29.2	2690.5	20.7

Anexo 3. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Tresbolillo en monocultivo (T3).

Tres bolillo Monocultivo									
1	Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
		63.0	73.0	2.3	43.0	2.7	31.5	3117.3	23.2
		59.0	65.0	2.2	32.0	2.2	29.5	2734.0	20.7
		57.8	56.0	2.5	42.0	2.9	28.9	2623.9	17.8
		59.0	64.0	2.3	34.0	2.0	29.5	2734.0	20.4
Prom.		59.7	64.5	2.3	37.8	2.5	29.9	2802.3	20.5
2	Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
		59.0	69.0	1.8	32.0	2.0	29.5	2734.0	22.0
		62.0	69.0	1.8	28.0	2.1	31.0	3019.1	22.0
		62.0	59.0	1.9	35.0	2.0	31.0	3019.1	18.8
		59.0	60.0	2.2	37.0	3.0	29.5	2734.0	19.1
Prom.		60.5	64.3	1.9	33.0	2.3	30.3	2876.5	20.5
3	Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
		61.0	61.0	2.4	39.0	2.3	30.5	2922.5	19.4
		58.5	60.0	2.1	38.0	2.1	29.3	2687.8	19.1
		57.2	61.0	1.7	40.0	2.0	28.6	2569.7	19.4
		60.0	66.1	2.1	39.0	2.3	30.0	2827.4	21.0
Prom.		59.2	62.0	2.1	39.0	2.2	29.6	2751.9	19.7
4	Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
		62.0	54.0	1.4	31.0	2.0	31.0	3019.1	17.2
		54.0	59.0	1.8	35.0	2.0	27.0	2290.2	18.8
		60.0	61.0	1.9	40.0	2.0	30.0	2827.4	19.4
		59.0	69.0	2.3	39.0	2.3	29.5	2734.0	22.0
Prom.		58.8	60.8	1.8	36.3	2.1	29.4	2717.7	19.3
5	Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
		64.0	64.0	2.4	37.0	2.3	32.0	3217.0	20.4
		60.0	54.5	2.1	32.0	2.0	30.0	2827.4	17.3
		59.0	59.0	1.4	31.0	2.2	29.5	2734.0	18.8
		60.0	57.0	1.8	31.0	2.0	30.0	2827.4	18.1
Prom.		60.8	58.6	1.9	32.8	2.1	30.4	2901.5	18.7

Anexo 4. Cuadro de datos obtenidos para el tratamiento Surco simple en monocultivo (T4).

1 Tres Bolillo en asocio cilantro + cebollin								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (Kilogramo)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	56.0	52.0	1.1	39.0	3.0	28.0	2463.0	16.6
	59.0	54.0	1.4	45.0	2.0	29.5	2734.0	17.2
	54.0	53.0	1.6	42.0	2.0	27.0	2290.2	16.9
	57.0	56.0	2.1	54.0	2.0	28.5	2551.8	17.8
Prom.	56.5	53.8	1.5	45.0	2.3	28.3	2509.7	17.1
2								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	59.0	54.0	1.4	46.0	2.0	29.5	2734.0	17.2
	64.0	64.0	2.5	40.0	2.3	32.0	3217.0	20.4
	59.0	54.5	2.1	49.0	2.0	29.5	2734.0	17.3
	59.0	61.0	1.8	27.0	2.5	29.5	2734.0	19.4
Prom.	60.3	58.4	1.9	40.5	2.2	30.1	2854.7	18.6
3								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (Kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	59.0	52.0	1.8	39.0	2.0	29.5	2734.0	16.6
	62.0	64.0	1.8	43.5	2.1	31.0	3019.1	20.4
	59.0	59.0	1.3	42.0	2.2	29.5	2734.0	18.8
	57.0	57.0	1.8	44.0	2.0	28.5	2551.8	18.1
Prom.	59.3	58.0	1.7	42.1	2.1	29.6	2759.7	18.5
4								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (Kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	59.0	57.0	1.4	32.0	2.2	29.5	2734.0	18.1
	57.0	59.0	1.9	35.0	2.0	28.5	2551.8	18.8
	57.2	61.0	1.7	40.0	2.0	28.6	2569.7	19.4
	57.0	60.1	2.1	39.0	2.3	28.5	2551.8	19.1
Prom.	57.6	59.3	1.8	36.5	2.1	28.8	2601.8	18.9
5								
Repeticion	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (Kilogramos)	longitud de raices (Centimetros)	peso de raices (Onzas)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
	57.0	62.0	1.8	32.0	2.2	28.5	2551.8	19.7
	54.0	59.0	1.6	46.0	2.8	27.0	2290.2	18.8
	59.0	63.0	1.8	45.0	2.0	29.5	2734.0	20.1
	56.0	58.9	2.2	43.0	2.0	28.0	2463.0	18.7
Prom.	56.5	60.7	1.9	41.5	2.3	28.3	2509.7	19.3

Anexo No. 5. Promedios globales de variables de diámetro de hojas, perímetro de cabeza, pesos de cabeza, longitud de raíces y peso de raíces, área por planta para en la evaluación de dos arreglos y dos sistemas en el cultivo de repollo.

Observaciones	Arreglo (a)	Sistema (s)	Tratamiento	Diametro de hojas (centimetros)	perimetro de cabeza (centimetros)	peso de cabeza (kilogramos)	longitud de raíces (Centimetros)	peso de raíces (gramos)	radio	area por planta (mt ²)	Diametro de cabezas
1	1	1	1	57.0	59.3	1.9	34.1	63.1	28.5	2559.2	18.9
2	1	1	1	57.1	59.3	2.0	35.3	59.5	28.6	2566.0	18.9
3	1	1	1	58.2	60.1	1.8	34.8	59.5	29.1	2659.1	19.1
4	1	1	1	58.8	61.1	2.1	37.4	58.8	29.4	2711.4	19.4
5	1	1	1	56.9	60.2	2.0	32.8	60.2	28.5	2544.4	19.1
6	1	2	2	57.8	60.3	1.6	33.8	63.1	28.9	2620.7	19.2
7	1	2	2	58.4	60.3	1.0	35.3	59.5	29.2	2682.8	19.2
8	1	2	2	56.3	63.3	1.0	36.8	61.0	28.1	2499.3	20.1
9	1	2	2	58.0	65.8	2.0	33.3	63.1	29.0	2648.4	20.9
10	1	2	2	58.4	65.2	2.2	37.8	73.7	29.2	2690.5	20.7
11	2	1	3	59.7	64.5	2.3	37.8	69.5	29.9	2802.3	20.5
12	2	1	3	60.5	64.3	1.9	33.0	64.5	30.3	2876.5	20.5
13	2	1	3	59.2	62.0	2.1	39.0	61.7	29.6	2751.9	19.7
14	2	1	3	58.8	60.8	1.8	36.3	58.8	29.4	2717.7	19.3
15	2	1	3	60.8	58.6	1.9	32.8	60.2	30.4	2901.5	18.7
16	2	2	4	56.5	53.8	1.5	45.0	68.0	28.3	2509.7	17.1
17	2	2	4	60.3	58.4	1.9	40.5	65.2	30.1	2854.7	18.6
18	2	2	4	59.3	58.0	1.7	42.1	61.7	29.6	2759.7	18.5
19	2	2	4	57.6	59.3	1.8	36.5	63.1	28.8	2601.8	18.9
20	2	2	4	56.5	60.7	1.9	41.5	66.6	28.3	2509.7	19.3

Anexo 6. Costos para el establecimiento inicial del proyecto

Costo inicial del proyecto			
Artículo	Cantidad	costo	Total
Pala Punta redonda	1	\$ 6.50	\$ 6.50
Pala Punta Recta	1	\$ 6.50	\$ 6.50
Bieldo	2	\$ 7.00	\$ 14.00
Barra	1	\$ 15.00	\$ 15.00
estacas	25	\$ 0.20	\$ 5.00
pita Nylon	2	\$ 1.50	\$ 3.00
Materia Organica (estiercol descompuesto)	10	\$ 2.00	\$ 20.00
cubetas	2	\$ 2.00	\$ 4.00
manguera	1	\$ 12.00	\$ 12.00
regadera	1	\$ 7.00	\$ 7.00
TOTAL			\$ 93.00

Anexo 7. Análisis químico de abono orgánico tipo Bocashi

Nombre/ Elementos	%					Mg/Kg					%
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn	B	S
Bocashi	0.66	0.18	0.53	0.22	2.18	1203	9	21	49	7	0.05

Nombre/ elementos	Humedad %	N		Na	Cl	pH
		Mg/ K				
		NH ₄	NO ₄			
Bocashi	65.66	68.13	69.32	0.08	0.33	7.68

Análisis químico de abono orgánico tipo Bocashi Realizado por: Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica.

Anexo 8. Practica de la doble excavación utilizando el bieldo y pala recta como herramienta de trabajo.



Anexo 9. Preparación del terreno utilizando el principio de la doble excavación.



Anexo 10. Nivelación de la cama previa a la incorporación de materia orgánica en la parte superior.



Anexo 11. Comprobación del largo y ancho de las camas preparadas bajo principios del método biointensivo.



Anexo 12. Prueba para medir la profundidad de las camas preparadas bajo el principio de labranza profunda utilizando una barra.



Anexo 13. Uso del biello para Incorporación de materia orgánica en cama biointensiva.



Anexo14. Plántulas de repollo y almacigo de cilantro previo al trasplante.



Anexo 15. Trasplante de repollo a tresbolillo para los tratamientos T3 (tres bolillo en monocultivo) y T4 (tres bolillo en asocio).



Anexo 16. Plántulas de repollo recién trasplantadas en el arreglo tresbolillo.



Anexo 17. Herramienta utilizada para la preparación de las camas e incorporación de abono orgánico y trasplante.



Anexo 18. Vista de las terrazas donde se desarrollo se establecieron las camas de doble excavación.



Anexo 19. Distribución de las plantas en los dos diferentes arreglos espaciales: arreglo en hilera simple; Arreglo en tresbolillo.



Anexo 20. Planta de repollo en fase de inicio de formación de cabeza y cabeza de repollo formada.



Anexo 21. Cabezas de repollo después de medir su perímetro y peso para los tratamientos en estudio.



Anexo 22. Vista de tratamiento de Hilera simple en monocultivo (T1).



Anexo 23. Repollo en arreglo de hilera simple asociado con cilantro y cebollín.



Anexo 24. Detalle de tratamiento de tresbolillo en monocultivo (T3).



Anexo 25. Tratamiento tres bolillo en asocio con cilantro y cebollín (T4).



Anexo 26. Vista general del área del experimento en la fase de crecimiento.



Anexo 27. Visita de estudiantes de la carrera de nutrición observando comparaciones entre arreglos y sistemas de cultivo.



Anexo 28. Calculo de agua para riego

%Hg= Humedad gravimétrica.

Psh1= Peso suelo húmedo 24 h

Psh2= Peso suelo húmedo 72 h

$$\%Hg = \frac{(Psh1 - Psh2) \times 100}{Psh2}$$

$$\%Hg = \frac{(283.5 \text{ gr} - 238.1 \text{ gr}) \times 100}{238.1}$$

$$\%Hg = 19.06\%$$

Para encontrar el peso de agua perdida en el suelo se restan:

$$Psh1 - Psh2$$

$$283.5 \text{ gr} - 238.1 \text{ gr} = 45.4 \text{ gr}$$

$$\text{Peso de pérdida de agua} = 45.4 \text{ gr}$$

Este valor obtenido se lleva a un volumen

$$e = \frac{VA}{VS}$$

e: Volumen agua necesaria.

VA: Volumen de agua

VS: Volumen de suelo

dS: Densidad del suelo

$$VS = PS/dS$$

$$VS = \frac{238.1 \text{ gr}}{1.4 \text{ gr/cm}^3}$$

$$VS = 170 \text{ cm}^3$$

Volumen de agua a recuperar

$$\theta = \frac{45.4 \text{ cm}^3}{170.07 \text{ cm}^3}$$

$$\theta = 0.266 \text{ cm}^3$$

Calculo de lamina de agua (LA)

$$LA = \theta \times LS$$

$$LA = 0.266 \text{ cm}^3 \times 20 \text{ cm}$$

$$LA = 0.26 \text{ mm}^3 \times 200 \text{ mm}$$

$$LA = 52 \text{ mm}^3$$

Cantidad de agua necesaria

Area X Lamina de agua

$$= 40 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m}^3$$

$$= 2.08 \text{ m}^3$$