

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN CHOCHO *(Lupinus mutabilis Sweet)*, VARIEDAD INIAP – 451 GUARANGUITO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LA COMUNIDAD DE TAGMA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR – ECUADOR.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

AUTOR:

INTI SEBASTHIÁN ARÉVALO TENELEMA.

DIRECTOR DE TESIS:

ING. AGR. CARLOS MONAR BENAVIDES. M. Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2015

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*), VARIEDAD INIAP – 451 GUARANGUITO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LA COMUNIDAD DE TAGMA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR – ECUADOR.

REVISADO POR:

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES. M. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

ING. KLEBER ESPINOZA MORA. Mg.
BIOMETRÍSTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE TESIS:

ING. NELSON MONAR GAVILANES. *M. Sc.*
AREA TÉCNICA

ING. SONIA FIERRO BORJA. *M. Sc.*
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Con cariño y respeto a mis padres porque siempre han estado a mi lado y cuyo amor y apoyo no tienen límites.

A mis herman@s y amig@s por estar siempre junto a mí.

Inti

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica, a todos los Docentes que supieron compartir su conocimiento con sapiencia que fue la base fundamental para formarme como profesional.

Agradezco de manera especial al Ing. Carlos Monar Benavides Director de Tesis por su constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación y los Ingenieros: Kleber Espinoza Mora Biometrísta; Nelson Monar Gavilanes y Sonia Fierro Borja, Miembros del Tribunal de Tesis por su valioso aporte y contribución a esta investigación y a todos aquellos profesionales, agricultores y amigos que estuvieron siempre pendientes de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁG.**

I. INTRODUCCIÓN 1
II. MARCO TEÓRICO 3
2.1. ORIGEN DEL CHOCHO 3
2.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL CHOCHO 3
2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 4
2.3.1. Raíz y nódulos 4
2.3.2. Tallo 4
2.3.3. Hojas 4
2.3.4. Flores e inflorescencia 5
2.3.5. Fruto 5
2.3.6. Semilla 5
2.3.7. Características importantes de chocho INIAP - 451 Guaranguito 6
2.4. MANEJO DEL CULTIVO 7
2.4.1. Zonificación 7
2.4.2. Preparación del suelo 7
2.4.3. Factores edafoclimáticos 7
2.4.4. Época de siembra, sistema y densidad poblacional 7
2.4.5. Fertilización química 8
2.4.6. Fertilización orgánica 17
2.4.7. Ecoabonaza 19
2.4.8. Control de enfermedades y plagas 22
2.4.9. Control de malezas 22
2.4.10. Cosecha y trilla 23
2.4.12. Almacenamiento 23
2.5. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO 23
2.5.1. Sistema de Producción 23
2.5.2. Rotación del cultivo 25
2.5.3. Tipos de labranza 25
2.5.4. Agricultura de Conservación 27
III. MATERIALES Y MÉTODOS 29
3.1. MATERIALES 29

3.1.1. Ubicación del experimento 29
3.1.2. Situación geográfica y climática 29
3.1.3. Zona de vida 29
3.1.4. Material experimental 29
3.1.5. Materiales de campo, oficina y escritorio 29
3.2. MÉTODOS 30
3.2.1. Factores en estudio 30
3.2.1.1. Tratamientos en base a los factores A x B (2 x 4 = 8) 30
3.2.2. Procedimiento 31
3.2.3. Tipos de análisis 31
3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS 32
3.3.1. Días a la emergencia (DE) 32
3.3.2. Porcentaje de emergencia de las plantas (PE) 32
3.3.3. Días a la floración (DF) 32
3.3.4. Número de flores por racimo principal (NFRP) 32
3.3.5. Incidencia de plagas (IP) 32
3.3.6. Altura de plantas (AP) 32
3.3.7. Porcentaje de acame (PA) 33
3.3.8. Número de vainas por racimo principal y por planta (NVRPP) 33
3.3.9. Número de granos por vaina (NGV) 33
3.3.10. Diámetro ecuatorial y polar del grano (DEPG) 33
3.3.11. Días a la cosecha (DC) 33
3.3.12. Rendimiento en Kg/Ha. (R Kg/Ha) 33
3.3.13. Peso de 100 semillas (PCS) 34
3.3.14. Número de semillas/Kg (NSKg) 34
3.4. MANEJO DEL ENSAYO 34
3.4.1. Análisis químico del suelo antes y al final del ensayo 34
3.4.2. Preparación de suelo 34
3.4.3. Surcado 34
3.4.4. Fertilización química y orgánica 34
3.4.5. Siembra 35
3.4.6. Tape 35
3.4.7. Control de malezas 35
3.4.8. Aporque 35

3.4.9. Control de plagas 35
3.4.10. Control de enfermedades 36
3.4.11. Cosecha 36
3.4.12. Trilla 36
3.4.13. Aventado 36
3.4.14. Secado 36
3.4.15. Almacenamiento 36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37
4.1. Variables agronómicas para el factor A (Sistemas de producción) 37
4.2. Variables agronómicas para el factor B (Fertilización química y orgánica) 42
4.3. Variables agronómicas para las interacciones de factores (A x B) 45
4.4. Análisis de correlación y regresión lineal 49
4.5. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR) 51
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
5.1. Conclusiones 53
5.2. Recomendaciones 54
VI. RESUMEN Y SUMMARY 55
6.1. Resumen 55
6.2. Summary 56
VII. BIBLIGRAFÍA 57
ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO **PÁG.**

№1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor A (Sistemas de producción). 37

№ 2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (Fertilización química y orgánica). 42

№ 3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos (A x B) 45

№ 4. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística con el rendimiento (variable dependiente). 49

№ 5. Análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno en el cultivo de chocho. Guaranda, 2015. 51

№ 6. Análisis de Dominancia (D). 51

№ 7. Análisis de la Tasa Marginal de Retorno (TMR %). 51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO **PÁG.**

№1. Promedios de días a la cosecha de chocho en el factor A. 41
№ 2. Rendimiento promedio en Kg/ha de chocho en el factor A. 41
№ 3. Promedio de NFRP en el factor B: (Fertilización química y orgánica.) 43
№ 4. Promedio de la AP en el factor B: (Fertilización química y orgánica) 44
№ 5. Rendimiento promedio en kg/ha de chocho en el factor B: 44
№ 6. Promedio de la AP en la interacción A x B. 47
№ 7. Respuesta del rendimiento promedio en Kg/ha de chocho en la interacción A x B. 47

ANEXOS

№ 1. Mapa físico de la ubicación del ensayo.

№2. Resultados del análisis del suelo antes de la siembra.

№ 3. Resultados del análisis del suelo después de la cosecha.

№ 4. Base de datos del ensayo de chocho. Tagma. 2015.

№ 5. Registro de la precipitación y distribución durante el ciclo del cultivo

№ 6. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo.

№ 7. Glosario de términos técnicos.

I. INTRODUCCIÓN

El chocho (Lupinus mutabilis Sweet*)* se origina de la Zona Andina de Sudamérica, siendo así la única especie americana de éste género domesticada y cultivada como una leguminosa. Esta especie está distribuida desde Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas (41 a 51 %) y aceites (14 a 24%) a nivel mundial. (Jacobsen, S. y Mujica, A. 2006)

La superficie potencial estimada en el Ecuador para el cultivo de chocho es de 140.712 has, y se siembra principalmente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Carchi, Imbabura, Tungurahua y Bolívar, con un ciclo vegetativo entre los 6 a 11 meses dependiendo de las variedades precoces o tardías. (Peralta, E. et al. 2012)

En la provincia de Bolívar, el Chocho se cultiva en las parroquias de Guanujo, Julio Moreno y Simiatug, dentro del cantón Guaranda y en los últimos años en los cantones de Chimbo y Chillanes. Se estima una superficie cultivada de 2000 has con un rendimiento promedio de 0,8 Tm/ha. (Monar, C. 2013)

El chocho responde a variados sistemas de producción en unicultivo y asociado con otras especies, siendo muy importante validar el aspecto nutricional y la rotación de cultivos para aprovechar la Fijación Biológica de Nitrógeno. (Monar, C. 2012)

El chocho es un cultivo que tiene gran importancia económica y social por su rentabilidad y alto valor nutritivo, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los productores/as.

La producción nacional de chocho actualmente no cubre la demanda por la baja productividad, ya que esto es debido a la falta de conocimiento (por parte de los productores/as) de una adecuada fertilización, además del ataque de factores bióticos adversos como plagas (Barrenador del ápice (Díptera: Anthomyiidae;

Barrenador menor del tallo: Melanogromyza sp) e Insecto comedor del polen (Familia: Chrysomelidae) y enfermedades principalmente (Antracnosis: Colletothrichum acutatun; Ascoquita: Ascochyta spp y Roya: Uromyces lupini) que causan daños y perjudican al cultivo provocando como efecto bajos rendimientos.

No existen estudios actualizados en la provincia Bolívar del manejo de la nutrición del cultivo de chocho por sitio específico de rotación de cultivos: papa-chocho; Pastos (Mezcla forrajera-chocho), siendo muy importante validar diferentes tipos de abonos orgánicos y químicos para seleccionar componentes tecnológicos sostenibles para el cultivo. Además el precio de chocho en el año 2013-2014 llegó hasta $ 220/ qq, siendo una gran oportunidad para mejorar la productividad de este rubro clave para mitigar el cambio climático por su tolerancia a la sequía, siembras en labranza de conservación y suelos degradados.

En esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

Medir el efecto de la fertilización química y orgánica sobre los componentes del rendimiento en el cultivo de chocho variedad INIAP – 451 Guaranguito.

Estudiar el efecto de dos sistemas de producción de chocho.

Realizar el Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y calcular la Tasa Marginal de Retorno (TMR %).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DEL CHOCHO

El chocho (Lupinus mutabilis Sweet) es originario de los Andes y en los comienzos de las culturas pre-colombinas de Sudamérica, desempeñaba un papel importante como planta de cultivo para el abastecimiento proteico del habitante andino. Actualmente y con frecuencia el campesino andino emplea el lupino en la rotación de cultivos, lupinos-papa-cebada, los cuales se realizan sin ningún abono. Esta leguminosa crece exitosamente en suelos pobres y sus propiedades de fijar el nitrógeno y liberar el fósforo benefician los cultivos subsiguientes. (Lara, K. 1999)

El origen de la nueva variedad de chocho INIAP 451 Guaranguito, proviene de la línea ECU-2658-2 que fue una selección de la línea ECU 2658 proveniente del Perú (1992). La selección se realizó en el Programa de Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina y se evaluó entre 18 líneas promisorias en las localidades de cuatro cantones de la provincia de Bolívar, desde el año 2000 al 2009, con el apoyo de la Unidad de Validación, Transferencia de Tecnología y Capacitación Bolívar (UVT/C-B-INIAP) y la colaboración de la Universidad Estatal de Bolívar. Fue seleccionado participativamente por su adaptabilidad y estabilidad en estos ambientes y por su rendimiento. En el Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos del INIAP se codificó como ECU 17731. (Peralta, E. et al. 2010)

2.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL CHOCHO

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Lupinus
Subgénero:	Platycarpos
Especie:	mutabilis SWEET

(Brucher, H. 1971. Citado por Galarza, D. 1995)

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.3.1. Raíz y nódulos

Como leguminosa, el chocho tiene una raíz pivotante vigorosa y profunda que puede extenderse hasta 3 m de profundidad.

En la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de variados tamaños (1 a 3 cm). En suelos con presencia de bacterias, la formación de nódulos se inicia a partir del quinto día después de la germinación, los nódulos pueden alcanzar un diámetro hasta de 3 cm; se localizan principalmente en la raíz primaria, por encima de la ramificación radicular, e incluso en las raíces secundarias. (Lange y Parker, 1960. Citado por Rodríguez, A. 2009)

2.3.2. Tallo

En la mayoría de variedades hay un tallo único de forma cilíndrica, a veces ligeramente aplanada. Existe una alta variación en cuanto a la estructura de la planta, sea con un tallo principal prominente, o no, así como desde un tallo casi sin ramificación a uno con pocas ramas secundarias o con mucha ramificación. (Tapia, M. 2007)

2.3.3. Hojas

La hoja de Lupinus es de forma digitada, generalmente compuesta por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados. En la base del pecíolo existen pequeñas hojas estipulares, muchas veces rudimentarias. Se diferencia de otras especies de Lupinus en que las hojas tienen menos vellosidades. El color puede variar de amarillo verdoso a verde oscuro, dependiendo del contenido de antocianina. (FAO. 2014)

2.3.4. Flores e inflorescencia

El tarwi pertenece a la subfamilia Faboideae por lo cual presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas. Según el tipo de ramificación que presente la planta, puede tener hasta tres floraciones sucesivas. Además en una sola planta pueden existir hasta 1000 flores. La coloración de la flor varía entre el inicio de su formación hasta la maduración de un azul claro hasta uno muy intenso y de allí se origina su nombre científico, mutabilis, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuentes son los colores blanco, crema, rosado y amarillo. (Lange y Parker, 1960 citado por Contreras, J. 2014)

2.3.5. Fruto

Es una vaina de forma elíptica a oblonga. El tamaño varía de acuerdo a la variedad (número de semillas) entre 5 a 10 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho a la madurez de cosecha, con extremos agudos. (Peralta, E. 2010)

2.3.6. Semilla

Se desarrolla dentro una vaina y varía de forma: redonda, ovalada o casi cuadrangular. Es la semilla o grano de tarwi, alimento de la familia de leguminosas, que mide entre 0,6 y 1 cm de diámetro y su color predominante es el blanco, pero existen el amarillo, gris, ocre, pardo o castaño. (Valencia, M. 2014)

2.3.7. Características importantes de chocho INIAP - 451 Guaranguito

Características morfológicas	Chocho INIAP - 451 Guaranguito
Hábito de crecimiento	Erecto
Número de ramificaciones por planta	12
Color del botón floral	Azul
Color del estandarte	Azul, con blanco y amarillo
Color de las alas de la flor	Azul
Vigor y carga	8
Número de flores por eje central	38
Color del grano seco	Blanco
Color del grano cocinado	Crema
Tamaño del grano seco	Mediano
Tipo de grano	Liso
Altura de planta promedio (cm)	124,9
Largo de la vaina promedio (cm)	8,66
Forma de la vaina	Plana
Forma del grano	Oval aplanado
Acame del tallo por el viento	Tolerante
Características agronómicas	
Días a la floración	80
Días a la cosecha en seco	171
Peso de 100 semillas secas (g)	27,82
Número de vainas por racimo principal	10
Número de vainas por planta	28
Número de granos por vaina	5
Rango de rendimiento en seco Kg/ha.	834 – 1900
Promedio de rendimiento en seco Kg/ha	1398
Adaptación (msnm)	2200 – 3660
Características nutricionales (base seca)	
Proteína %	42,7
Fibra %	9,4
Grasa %	26,6
Calcio %	0,11
Hierro (ppm)	53
Zinc (ppm)	39

(Peralta, E. et al. 2010)

2.4. MANEJO DEL CULTIVO

2.4.1. Zonificación

En Ecuador, el chocho crece generalmente entre los 2800 - 3500 msnm, donde las temperaturas promedio oscilan entre 7-14 ^{0}C y la precipitación es de alrededor de 300 mm durante la estación de crecimiento. El ciclo de cultivo típico es de 180 a 240 días. INIAP ha lanzado dos variedades de ciclo corto que fueron seleccionadas del banco de germoplasma local: INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito. (Douglas, H. 2014)

2.4.2. Preparación del suelo

Rastrado y surcado (tractor y animales): en suelos arenosos, con una o dos pasadas de rastra es suficiente. Arado, cruza y surcado: en suelos más pesados siempre es necesario arar, cruzar y rastrar con tractor y el surcado con animales o máquina. Labranza mínima o reducida, haciendo "hoyos", con "espeque", pala o surcos superficiales. (Peralta, E. et al. 2012)

2.4.3. Factores edafoclimáticos

- **pH:** 5.5 a 7.0
- **Suelo:** Franco arenoso, con buen drenaje.
- **Temperatura:** 7 a 14 ^{o}C.
- **Lluvia:** 300 mm de precipitación en el ciclo.
- **Variedades:** INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito. (Peralta, E. et al. 2012)

2.4.4. Época de siembra, sistema y densidad poblacional

En cuanto a la simiente se debe utilizar semilla de calidad y certificada para buena producción y una buena cosecha. De diciembre a abril, dependiendo de la localidad. (Alto Guanajo en diciembre, Chillanes en marzo y abril). (Monar, C. 2012)

Al voleo en asocio con pastos (kikuyo), se requiere 90 kg/ha de semilla. En labranza reducida, en surcos entre 70 y 80 cm, 3 semillas por sitio a 30 cm cada uno, se requiere 80 kg/ha de semilla. En unicultivo: surcos a 60 cm entre sí, 3 semillas a 40 cm. Se requiere 50 kg/ha de semilla. (Peralta, E. et al. 2010)

2.4.5. Fertilización química

Debe realizarse en función al análisis de suelo.

Recomendaciones de fertilización para chocho.

Análisis de suelo	**N +**	**P_2O_5**	**K_2O**	**S**
		(Kg/ha)		
Bajo	20 – 30	40 – 60	40 – 60	20 – 30
Medio	10 – 20	20 – 40	20 – 40	10 – 20
Alto	0 – 10	0 – 20	0 – 20	0 – 10

(Peralta, E. et al. 2013)

Como leguminosa, el tarwi no requiere de abonamiento nitrogenado. Como resultado del proceso de simbiosis entre la raíz y las bacterias Rhizobium lupini, estas pueden fijar nitrógeno que puede incluso ser un aporte para el cultivo que lo sigue. (Tapia, M. 2007)

Forma y época de fertilización

Aplicar al fondo del surco a chorro continuo todo el N, P, K y S, cubrir el fertilizante y sembrar. Si el contenido de materia orgánica en el suelo es menor a 3%, aplicar 3 ton/ha de abono orgánico bien descompuesto a la siembra. La recomendación del fertilizante mineral se debe ajustarse de acuerdo a la cantidad de nutrientes que son incorporados con el abono orgánico. (Peralta, E. 2010)

Una recomendación general de fertilización para suelos arenosos es el uso de 30 a 60 kg/ha de P_2O_5 (fósforo) a la siembra. Se puede usar 65 a 130 kg/ha de 18-46-0. Para corregir deficiencias de micronutrientes, realizar una aplicación foliar con 2 kg/ha de Librel-BMX a la floración. No es recomendable aplicar abonos foliares

que contengan nitrógeno. En suelos francos, especialmente después de papa, no se recomienda fertilizar. (Alvarado, S. et al. 2009. Citado por Peralta, E. et al. 2013)

Nitrógeno

Es considerado como el cuarto elemento más abundante en vegetales después del carbono, hidrógeno y oxígeno. Como componente de proteínas, coenzimas, nucleótidos y clorofila está implicado en todos los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal. Su principal síntoma de carencia, la clorosis, se debe a una inhibición de la síntesis de clorofila. Las plantas pueden absorber el nitrógeno en forma catiónica como ion amonio, o en forma aniónica como ión nitrato. A menos que el medio de cultivo esté tamponado, la absorción de amonio tiende a disminuir el pH mientras que la absorción de nitrato tiene efectos contrarios. En la mayoría de los suelos bien aireados, los nitratos son la forma principal de reserva nitrogenada. La absorción de amonio suele provocar en las plantas una gran demanda de carbohidratos, ya que al poder ser utilizado inmediatamente en la síntesis de aminoácidos se requiere un suministro adecuado de esqueletos carbonados que por aminación se transformarán en aminoácidos. La absorción de nitratos no provoca este efecto ya que tiene que ser primeramente reducido y, por ello, la demanda de carbohidratos es menor. El ión amonio puede actuar como activador de varios enzimas, generalmente los mismos para los que el potasio actúa como catión activador. (UNAL. 2014)

Síntomas de deficiencia de Nitrógeno

- Empieza primero por las hojas más viejas**,** las inferiores (en el caso del Hierro, empieza por las más jóvenes, que son los brotes).
- Se ven hojas más claras de color verde pálido, que va tornándose en amarillo, incluyendo las nerviaciones. Aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas.
- Si la deficiencia continúa las hojas inferiores caen.

- No crece, el follaje es escaso, aunque puede florecer con cierta abundancia. En definitiva la planta tiene un aspecto raquítico y amarillento.
- Estos mismos síntomas también pueden producirlo Nematodos, asfixia radicular, daños en raíces, otras carencias, etc. por lo que hay riesgo de confusión. (INFOJARDIN. 2015)

Exceso

- Retraso en la floración y formación de semillas.
- Exceso de follaje con un rendimiento pobre en frutos.
- Desarrollo radicular mínimo frente al desarrollo foliar.
- Susceptible de lo normal a los daños causados por las heladas. (Thompson, M. et al. 2003)

Ciclo de Nitrógeno

Este es quizá uno de los ciclos más complicados, ya que el nitrógeno se encuentra en varias formas, y se llevan a cabo en él, una serie de procesos químicos en los que el nitrógeno es tomado del aire y es modificado para finalmente ser devuelto a la atmósfera. El nitrógeno (N_2) es el elemento que se encuentra en forma libre (estado gaseoso) y en mayor abundancia en la atmósfera (78 %.). Se coloca entre los principales elementos biogeoquímicos; sin embargo, es tan estable, que apenas se combina con otros elementos y, por tanto, es difícil que los organismos lo asimilen, ya que primero necesitan desdoblarlo y emplearlo en la síntesis de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales para su metabolismo. Por lo tanto, teniendo esto en cuenta, es fácil notar su importancia en la vida de cientos de organismos. (CICEANA. 2015)

El nitrógeno puede entrar en el suelo desde la atmósfera mediante la deposición seca y húmeda del nitrógeno, fertilizantes orgánicos y sintéticos, y fijación del nitrógeno. A través de la descomposición de residuos de los cultivos, se agrega nitrógeno a la reserva de nitrógeno orgánico. Algunos procesos tal como la Volatilización del amoniaco (NH_3), en la cual el NH_3-N gaseoso se pierde en la

atmósfera, y la emisión de productos de la desnitrificación (N_2, N_2O, NO) pueden reducir el contenido de nitrógeno en el suelo. En caso de un exceso de humedad, el nitrógeno mineral (particularmente el NO_3-) puede lixiviarse más allá del alcance de los cultivos de raíces comestibles (lixiviación, movimiento hacia abajo del NO_3 a través del suelo por infiltración y flujo del agua. El nitrógeno mineral en el suelo también puede agotarse mediante la absorción del nitrógeno por el cultivo. (Govaerts, B. y Cox, R. 2015)

Su reserva fundamental es la atmósfera, en donde se encuentra en forma de N_2, pero esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias). Esas bacterias y algas cianofíceas que pueden usar el N_2 del aire juegan un papel muy importante en el ciclo de este elemento al hacer la fijación del nitrógeno. De esta forma convierten el N_2 en otras formas químicas (nitratos y amonio) asimilables por las plantas. El amonio (NH_4^+) y el nitrato (NO_3^-) lo pueden tomar las plantas por las raíces y usarlo en su metabolismo. Usan esos átomos de N para la síntesis de las proteínas y ácidos nucleicos. Los animales obtienen su nitrógeno al comer a las plantas o a otros animales. En el metabolismo de los compuestos nitrogenados en los animales acaba formándose ión amonio que es muy tóxico y debe ser eliminado. Esta eliminación se hace en forma de amoniaco (algunos peces y organismos acuáticos), o en forma de urea (el hombre y otros mamíferos) o en forma de ácido úrico (aves y otros animales de zonas secas). Estos compuestos van a la tierra o al agua de donde pueden tomarlos de nuevo las plantas o ser usados por algunas bacterias. Algunas bacterias convierten amoniaco en nitrito y otras transforman este en nitrato. Una de estas bacterias (Rhizobium) se aloja en nódulos de las raíces de las leguminosas (alfalfa, alubia, etc.) y por eso esta clase de plantas son tan interesantes para hacer un abonado natural de los suelos. (Ciencias de la tierra. 2015)

Fases del ciclo del Nitrógeno

- **Fijación del Nitrógeno:** tres procesos desempeñan un papel importante en la fijación del nitrógeno en la biósfera. Uno de estos es el relámpago. La

energía contenida en un relámpago rompe las moléculas de nitrógeno y permite que se combine con el oxígeno del aire.

Mediante un proceso industrial se fija el nitrógeno, en este proceso el hidrógeno y el nitrógeno reaccionan para formar amoniaco, NH_3. Dicho proceso es utilizado por ejemplo para la fabricación de fertilizantes.

Las bacterias nitrificantes son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico que utilizan las plantas para llevar a cabo sus funciones. También algunas algas verde-azules son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico.

- **Descomposición:** los animales obtienen nitrógeno al ingerir vegetales, en forma de proteínas. En cada nivel trófico se libera al ambiente nitrógeno en forma de excreciones, que son utilizadas por los organismos descomponedores para realizar sus funciones vitales.
- **Nitrificación:** es la transformación del amoniaco a nitrito, y luego a nitrato. Esto ocurre por la intervención de bacterias del género nitrosomonas, que oxidan el NH_3 a NO_2^-. Los nitritos son oxidados a nitratos NO_3^- mediante bacterias del género nitrobacter. (LENNTECH. 2015)
- **Desnitrificación**: es la reducción de los nitratos (NO_3-) a nitrógeno gaseoso (N_2), y amonio (NH_4+) a amoniaco (NH_3), se llama desnitrificación, y es llevado a cabo por las bacterias desnitrificadoras que revierten la acción de las fijadoras de nitrógeno, regresando el nitrógeno a la atmósfera en forma gaseosa. Este proceso ocasiona una pérdida de nitrógeno para el ecosistema; ocurre donde existe un exceso de materia. (CICEANA. 2015)

Fijación Biológica del Nitrógeno en Leguminosas

La fijación biológica del nitrógeno atmosférico, consistente en la reducción de N_2 a NH_4^+ por la enzima nitrogenasa, es decir, después de la fotosíntesis, la ruta metabólica más importante para el mantenimiento de la vida en la Biósfera. Las rizobiaceas son un grupo muy heterogéneo de bacterias que se han dividido en cuatro familias: Rhizobiaceae, Phyllobacteriaceae, Hyphomicrobiaceae y Bradyrhizobiaceae. Dentro de estas familias sólo unos determinados géneros son

capaces de efectuar el proceso de fijación de nitrógeno: Rhizobium, Sinorhizobium, Meshorizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium y Allorhizobium. Con el fin de simplificar la lectura nos referiremos a todos estos géneros como Rhizobium. (UAM. 2015)

Las más eficaces son aquellas que se asocian con las plantas y por medio de estructuras diferenciadas producidas por la planta hospedera, llamados "nódulos", localizados en la raíz de las leguminosas o de las plantas actinorizas. En el interior de estas estructuras se localizan los microorganismos, desarrollando una verdadera simbiosis con la planta; esta simbiosis representa un modelo biológico experimental biológico muy interesante para su estudio y, desde el punto de vista económico, ha abierto un campo de aplicación sumamente prometedor en la agricultura. La simbiosis Rhizobium-leguminosas es el resultado de una interacción muy específica entre la bacteria y la planta. La organogénesis del nódulo es un proceso inducido por un "intercambio de señales" entre los dos participantes de la interacción, el microsimbionte (bacteria) y el macrosimbionte (planta). Es esencial la unión del microorganismo a los pelos radicales de la planta. Sustancias con efecto mitógeno (factores de nodulación) son sintetizadas por productos de los llamados genes de nodulación del microsimbionte (genes nod), en respuesta a la excreción por la planta de sustancias de tipo flavonoide. En la lucerna, el trébol y el chícharo, la bacteria infecta la raíz en la extremidad de los pelos radicales provocando la curvatura de éstos. Se promueve la penetración de la bacteria, formando el llamado "hilo de infección", en el interior del cual se desarrollan los microorganismos, éstos continúan hasta llegar al córtex radical. La infección conduce a la formación del meristemo nodular. La producción de los factores de nodulación induce, a distancia, la división celular a nivel del córtex. (Baca, E. et al. 2013)

Fósforo

El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4=), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH. Una

vez dentro de la raíz, el P puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatadosricos en energía como la adenosinatrifosfato (ATF). El P se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato y como P incorporado. (IPNI. 2006)

Síntomas de deficiencia

- Hojas verdes pálido y morado o bronceado hacia los bordes o punta.
- Hojas jóvenes cambian a verde oscuro y azuladas especialmente si contienen un nivel alto de nitrógeno.
- Disminución del Crecimiento, las plantas se quedan pequeñas.
- Las plantas tardan en madurar, permanecen verdes.
- Baja calidad; mazorca chueca y grano desfigurado. (IPNI. 2009)

Exceso

- Gran desarrollo de las raíces en relación al desarrollo foliar.
- Dificulta la absorción de otros, tales como el zinc, cobre y también, en algunos casos, del calcio, cuando este se encuentra con un bajo contenido puede interferir en la asimilación de otros nutrientes como el suelo. (Legaz, F. 2006)

Potasio

El potasio se encuentra dentro de la solución de las células de la planta y se usa para mantener la presión de turgencia de la célula (lo que significa que evita que la planta se marchite prematuramente). Además, el potasio cumple un rol en la formación correcta de estomas (células usualmente ubicadas en el envés de la hoja, que se abren y se cierran para permitir la salida de vapor de agua y de gases residuales) y actúa como un activador de enzimas. (PNA. 2015)

Síntomas de deficiencia de potasio

- Los frutos, o productos agrícolas en general, deficientes en K son más sensible a los ataque fúngicos.
- El borde de las hojas, particularmente las de abajo, se observa amarillo o rojizo; progresivamente la hoja entera se seca y muere
- Pobre formación de las raíces
- Caída de planta (tallos y raíces débiles) especialmente con excesos de humedad.
- Mazorca y granos pequeños con características de baja calidad y poco llenado de mazorca. (IPNI. 2009)

Síntomas por exceso

- Puede monopolizar el consumo o absorción catiónica, interfiriendo en la captación de calcio y magnesio. Tendríamos una deficiencia indirecta de Ca o Mg inducida por un exceso de K. (Legaz, F. 2006)

Azufre

Es absorbido por las plantas en forma de sulfato y debe ser reducido antes de poder ser incorporado en componentes orgánicos. Su función más importante es la participación en la estructura de las proteínas formando parte de tos aminoácidos azufrados. cisteína, cistina y metionina. También forma parte el azufre de compuestos como tiamina, biotina y coenzima A, metabolitos esenciales en el metabolismo de las plantas, ya que actúan como cofactores o coenzimas de varios sistemas enzimáticos. Otra función del azufre se encuentra en los grupos sulfidrilo presentes en muchas enzimas y que en muchos casos son necesarios para su actividad. (UNAL. 2014)

Síntomas de deficiencia de azufre

- Las plantas con deficiencia de azufre sufren clorosis generalizada que incluye los haces vasculares, seguida de formación de pigmentos antociánicos.
- El azufre no es tan móvil como el N, K y P, y los síntomas de la deficiencia se aprecias primero en las hojas jóvenes puntos de crecimiento.
- Las plantas con un aporte deficitario de S presentan un menor crecimiento, y los tallos se hacen rígidos y quebradizos.
- Algunos cultivos sufren defoliaciones.
- La deficiencia de S se caracteriza por una coloración amarillenta uniforme en las hojas nuevas. (Sabino, H. et al. 2007)

Calcio

Este elemento puede actuar en plantas bajo dos formas: como componente estructural de paredes y membranas celulares y como cofactor de varios enzimas. Clásicamente, el calcio ha sido asociado con la estructura de la pared celular de la cual formaría parte como pectato cálcico localizado en la lámina media. La supuesta eliminación de calcio mediante el agente quelante EDTA se ha utilizado como método para el aislamiento de células vegetales. El calcio, en la forma de pectato de calcio, es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando el calcio es deficiente, los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes a menudo presentan un crecimiento distorsionado debido a la formación incorrecta de la pared celular. El calcio también se utiliza para activar ciertas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares. (PROMIX. 2015)

Magnesio

Al igual que el calcio, el magnesio puede encontrarse en plantas como elemento estructural o como cofactor enzimático. Su panel estructural es formando parte de la molécula de clorofila, aunque bajo esta forma sólo constituye el 10 por 100 del magnesio presente en las hojas. Como activador enzimático, el magnesio es

cofactor de casi todos los enzimas que actúan sobre sustratos fosforilados, por lo que es de una gran importancia en el metabolismo energético. El magnesio presenta fenómenos de antagonismo con otros iones, fundamentalmente con el calcio y el potasio. Tal antagonismo es tan fuerte que la presencia de uno de ellos en el medio puede provocar deficiencia del otro elemento al impedir su absorción. (UNAL. 2014)

2.4.6. Fertilización orgánica

Los abonos de origen orgánico son las que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. (FONAG. 2010)

Importancia de los abonos orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. (INFOAGRO. 2014)

Propiedades de los abonos orgánicos

Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

Propiedades físicas

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano. (Cervantes, M. 2014)

Propiedades químicas

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad. (Cervantes, M. 2014)

Propiedades biológicas

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo. (FONAG. 2010)

Ventajas de los abonos orgánicos

Los beneficios de los abonos orgánicos son muchos entre ellos: mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que

convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos; mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad; aumenta la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos; mejora la 2 capacidad de intercambio catiónico del suelo , ayudando a liberar nutrientes para las plantas; facilita la labranza del suelo; en su elaboración se aprovechan materiales locales, reduciendo su costo; sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo; se genera empleo rural durante su elaboración; son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales; aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y lo mejor de todo, son más baratos. Ingredientes del abono orgánico como la cal, mejoran el nivel de pH del suelo, facilitando la liberación de nutrientes para las plantas. (Gómez, D. y Vásquez, M. 2011)

Desventajas de los abonos orgánicos

La mayoría de los fertilizantes orgánicos no pueden ser utilizados por las plantas inmediatamente. Como notamos anteriormente, la propiedad de ser de lenta liberación puede ser una ventaja. Pero, si hay una necesidad inmediata de nutrientes, los abonos orgánicos no pueden proveerlos de forma muy rápida. Además, la información sobre la cantidad de nutrientes y el número de elementos de dichos fertilizantes, por ejemplo sobre el estiércol, es muy difícil de obtener y eso hace que no se sepa calcular exactamente cuánto fertilizante usar. La posibilidad de gastar el nitrógeno del suelo es otra desventaja de los abonos orgánicos. Debido a acciones bacterianas complejas, el agregado de grandes cantidades de material orgánico puede causar una disminución temporaria de nitrógeno en las plantas. (ROSESOCIETY. 2014)

2.4.7. Ecoabonaza

Es un abono ecológico que se deriva de la pollinaza de las granjas de pollos de engorde de Pronaca, la cual es reposada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades. (PRONACA. 2014)

Composición	
Fósforo (P)	1.50 %
Calcio(Ca)	2.70 %
Magnesio(Mg)	0.69 %
Azufre(S)	0.47 %
Boro(B)	62 ppm
Zinc(Zn)	1147 ppm
Cobre(Cu)	530 ppm
Hierro(Fe)	2674 ppm
Manganeso(Mn	831 ppm
Materia Orgánica (M.O.)	73 %
Humedad	21 %
pH	6,50 - 7,00
Potasio (K)	2.87 %

(PRONACA. 2014)

Características

El 50% de las partículas tienen tamaños menores a 2.5 mm que permite una mejor distribución en el suelo. La porosidad varía entre 40 y 50 % y su densidad real está entre 0.35 y 0.45g/cm^3. El pH es prácticamente neutro aumentando el poder amortiguador. Mejora la estructura y regula la temperatura. Minimiza la fijación de fósforo por las arcillas. Descontamina el suelo por la biodegradación de los plaguicidas. Mejora las propiedades químicas evitando la pérdida de nitrógeno favoreciendo la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y elementos menores. Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos y aumenta la capacidad de intercambio catiónico. (Bustos, M. 2007. Citado por Yuquilema, M y Arévalo, M. 2008)

Ventajas de la Ecoabonaza

- Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.
- Provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos.
- Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida del nitrógeno.
- Incrementa la porosidad facilitando la interacción del agua y el aire en el suelo.

- Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- Favorece la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y los elementos menores.
- Evita la contaminación ambiental.
- Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos.
- Los productos son aptos para el consumo humano, ya que no contienen elementos contaminantes. (Diccionario de productos fertilizantes. 2006. Citado por García, C. 2010)

Mejora la estructura física del suelo

- Aumenta la retención de agua en el suelo.
- Acondiciona el suelo para una mejor germinación de las semillas.
- Menor formación de costras y terrones.
- Estimula un desarrollo vigoroso de sus cultivos. (García, M. 2012)

Desventajas

- Aplicar Ecoabonaza con un suelo con suficiente humedad.
- Al entrar en contacto directo con la semilla causa quemaduras. (García, M. 2012)

Mineralización de la materia orgánica

La conversión del nitrógeno orgánico a las formas minerales más asimilables a que se hace referencia como mineralización, abarca dos procesos microbiológicos distintos:

- (Amonificación, en el cual el nitrógeno orgánico se convierte en amoniaco).
- (Nitrificación, en el que el amoniaco se oxida a nitratos). Tanto los organismos aerobios como los anaerobios se relacionan con el proceso de amonificación, mientras que solo los aerobios oxidan el amoniaco al nitrato. La materia orgánica es bastante resiste a la descomposición

aunque, sin embargo, bajo condiciones favorables, se descompone y ésta descomposición puede ser tan rápida que se presentan dificultades en mantener el contenido de materia orgánica, en especial cuando se ha cultivado el suelo año tras año y no se ha incorporado los retos de plantas o se ha añadido abonos orgánicos al suelo. Cuando la temperatura, aireación, reacción, y humedad son favorables, la materia orgánica sufre una constante descomposición en el suelo, evidenciada por la corriente continua del anhídrido carbónico que se produce y por los nitratos que se acumulan en el suelo. Bajo condiciones regulares del cultivo, el contenido de la materia orgánica de los suelos decrece continuamente, ya que las condiciones de hace favorables para la descomposición de materia orgánica. Esto va acompañado por la liberación de nitrógeno, fosforo y potasio lo que resulta en un aumento de la cosecha. Estos dependen de las características químicas de la materia orgánica y también de los microorganismos que determinan la mineralización. (Velóz, F. 2008 Comunicación personal. Citado por Yuquilema, M y Arévalo, M. 2008)

2.4.8. Control de enfermedades y plagas

Se recomienda realizar aplicaciones de pesticidas cuando se haya comprobado la presencia de enfermedades o plagas en niveles que puedan causar daño económico, siempre con criterio técnico y tomando en cuenta las precauciones de uso seguro de plaguicidas. Se recomienda revisar el Manual Agrícola de Granos Andinos, INIAP, No. 69. (Peralta, E. et al. 2010)

2.4.9. Control de malezas

Una deshierba y un aporque manual o con tractor, entre los 45 y 60 días, eliminan la competencia con malezas, contribuye a la aireación del suelo y evita el volcamiento de las plantas. (Peralta, E. et al. 2012)

2.4.10. Cosecha y trilla

El estado de cosecha en chocho se determina cuando las hojas se amarillan y la planta se defolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia que resisten la presión de las uñas. En un campo de cultivo se puede realizar hasta dos cosechas: la primera cuando los ejes centrales estén secos, cuyos granos deberían ser utilizados como semilla ya que son de mayor tamaño y uniformidad y la segunda luego de 20 a 30 días cuando las ramas laterales estén maduras o secas en un estado de 15 a 18% de humedad. La siega o cosecha se realiza con hoz, cuyo conjunto de panojas o vainas son emparvadas para la trilla, que puede realizarse en forma manual o con máquinas. (Caicedo, C.et al. 2001)

2.4.11. Secado y clasificado

Una vez trillado deberá secar el grano hasta obtener un porcentaje de 13 a 14 % de humedad. Para la clasificación, se utiliza un tamiz de cuatro mm de diámetro para eliminar impurezas y un tamiz de ocho mm para separar el grano de primera calidad. (Peralta, E. 1998. Citado por Rivera, M. et al. 1998)

2.4.12. Almacenamiento

Utilizar bodegas con ventilación (secas) y libre de insectos. El grano debe tener una humedad inferior al 13%. (Rivera, M. et al. 2010)

2.5. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO

2.5.1. Sistema de Producción

En forma general, se entiende por sistema a un arreglo de componentes físicos relacionados entre sí, de tal manera que forma y actúa como una unidad. Así, Los componentes físicos son los elementos básicos del sistema y las relaciones entre ellos determinan la estructura y función del sistema. Un sistema de producción agropecuaria, se define como el conglomerado de sistemas de fincas individuales, que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones familiares similares; y para los cuales

serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares. (Barrera, V. 2004. Citado por Arévalo, J. 2013)

Sistemas alternativos de producción agrícola. No son más que estrategias utilizadas por el hombre para retomar localmente la diversidad agrícola en el tiempo y el espacio con la utilización de: Rotaciones de cultivo, alternativas, policultivos, sistemas agroforestales e integración agricultura–ganadería. (Bárbara, D. 2007)

Componentes de los sistemas de producción

- La base de recursos naturales disponible, incluyendo agua, tierra, áreas de pastoreo y bosque; clima, del cual la altitud es un factor determinante; entorno geográfico, incluyendo gradiente; área predial, tenencia de la tierra y organización.
- El patrón predominante de actividades agrícolas y formas de subsistencia de los hogares agropecuarios, incluyendo cultivos, ganadería, forestería, acuacultura, caza y recolección, procesamiento y actividades extra-prediales; y tomando en cuenta las principales tecnologías empleadas, que determinan la intensidad de la producción e integración de los cultivos, ganadería y otras actividades. (FAO. 2013)

Algunas de las prácticas o componentes de sistemas alternativos y de las cuales ya son parte de manejos agrícolas convencionales, incluyen:

- Rotaciones culturales que disminuyen los problemas de malezas, insectos y enfermedades; aumentan los niveles de nitrógeno disponible de fertilizantes sintéticos y, junto con prácticas de labranza conservadoras de suelo, reducen la erosión edáfica.
- Manejo integrado de plagas (MIP), que reduce la necesidad de pesticidas mediante la rotación de cultivos, muestreos periódicos, registros meteorológicos, uso de variedades resistentes, sincronización de las plantaciones o siembras y control biológico de plagas.

- Sistemas de manejo para mejorar la salud vegetal y la capacidad de los cultivos para resistir plagas y enfermedades.
- Técnicas conservacionistas de labranza de suelo. (CLADES. 2015)

2.5.2. Rotación del cultivo

Una rotación es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos, sobre un área de terreno determinado. Esta práctica debe programarse tomando en cuenta las condiciones ecológicas y socioeconómicas de cada región. Rotación de cultivos es una técnica consistente en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo. Al mantener el suelo constantemente ocupado, lo cual determina un crecimiento menor de las malezas. (Botanical. 2014)

Esta es una práctica que ayuda principalmente a conservar la fertilidad del suelo y a romper el ciclo biológico de muchos patógenos que causan pudriciones de raíz. En el caso de chocho se recomienda rotar con cereales (cebada, centeno, quinua, maíz, etc.) y tubérculos como papa, en áreas en donde este cultivo es parte del sistema de producción de chocho, porque aprovecha el remanente de fertilizante del cultivo de papa. No se recomienda sembrar chocho en monocultivo por más de dos años consecutivos o en rotación con otras leguminosas. (Caicedo, C. y Peralta, E. 2001)

2.5.3. Tipos de labranza

Labranza convencional

Se refiere a una combinación de labranzas primarias y secundarias, usando: tractor (arado, rastra y surcadora), yunta (2 a 3 pases de arado de madera) y manual (azadón). (Ramos, M. et al. 2004)

Las ventajas fundamentales de la labranza convencional son:

- Control de malezas.

- Control de algunas plagas.
- Garantizar una rápida y uniforme emergencia del cultivo. (Suquilanda, M. 1996)

Como desventajas podemos mencionar

- Una mayor proporción de la superficie de la tierra está formado por surcos de riesgo/drenaje/paso y, por lo tanto, no se siembra. Por ello, la completa cobertura del suelo se demora comparada con la siembra de toda la superficie.
- Hay un costo inicial para la preparación del suelo y ocasionalmente para su mantenimiento entre cultivos sucesivos; si bien no es necesaria maquinaria especializada muy costosa, el trabajo consume tiempo y esfuerzos.
- Algunas tienen menores rendimientos que cuando se cultivan con métodos convencionales. (Suquilanda, M. 1996)

Labranza mínima

Labranza mínima significa remover y aflojar la tierra sólo en la zona donde se va a depositar las semillas. La implementación de sistemas de labranza mínima (Lm) es una alternativa tecnológica que controla la erosión y contribuye a la agricultura sostenible donde las condiciones lo permitan. (Valverde, F. et al. 2004)

Labranza cero

La labranza cero consiste en abrir un pequeño agujero en el suelo, espacio suficiente para enterrar el fertilizante y la semilla. Los implementos que se usa son el azadón, espeque y la pala. (Valverde, F. et al. 2004)

Labranza de conservación

Se entiende por labranza de conservación, cualquier sistema de preparación de suelo o establecimiento de cultivos que en comparación con la labranza convencional, busca principalmente reducir las pérdidas de suelo por erosión

hídrica y disminuir las pérdidas de humedad asociadas a escorrentía o evaporación. Para lo cual se deja sobre el terreno una cantidad apreciable de los residuos que dejan los cultivos después de la cosecha. (INIA. 2003)

Por lo general, la cobertura del 30% de la tierra con residuos después de la siembra indica el límite más bajo de la clasificación de labranza conservacionista o agricultura de conservación; otros objetivos de la conservación incluyen el ahorro de dinero, trabajo, tiempo, combustible, lombrices de tierra, agua y estructura del suelo y sus nutrientes. Por esa razón, los niveles de residuos por sí solos no describen adecuadamente todas las prácticas y beneficios de la labranza conservacionista o de la agricultura de conservación. (Baker, C. et al. 2008)

2.5.4. Agricultura de Conservación

La Agricultura de Conservación es un sistema que proporciona beneficio en un sentido más extendido ya que se basa en el manejo integrado de suelo, el agua y los recursos agrícolas. Su principal objetivo es la producción agrícola económica, ecológica y socialmente sostenible, y que al mismo tiempo regenera el suelo y revierte su degradación. (FAO. 2015)

Señala que la AC se basa en tres principios:

- Reducir al mínimo el movimiento del suelo (sin labranza).
- Dejar el rastrojo del cultivo anterior en la superficie del terreno para que forme una capa protectora.
- Practicar la siembra de diferentes cultivos, uno después de otro, o sea, la rotación de cultivos. (CIMMYT. 2015)

Beneficios de la AC.

- Mejora la textura y la estructura del terreno.
- Favorece la infiltración del agua

- Retiene por más tiempo la humedad del suelo en zonas de temporal o riego, promueve el uso eficiente del agua y genera ahorros en su consumo durante el riego.
- Mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo.
- Aumenta el nivel de materia orgánica.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la quema del rastrojo.
- Al reducirse el uso de maquinaria agrícola, se ahorra combustible; hay menos emisiones de contaminantes y menor compactación del suelo, que se asocia al exceso de pases de maquinaria. (IPNI. 2012)

Los beneficios para los agricultores:

- Rendimientos y beneficios económicos mayores y más estables, resistencia de los cultivos a las sequías y a los riesgos climáticos.
- Ahorro de tiempo para realizar otras actividades.
- Diversificación de cultivos y actividades, menores riesgos, mayores ingresos, mejoramiento de la dieta y mejor forma de vida para los agricultores. (FAO. 2007. Citado por Arévalo, J. 2013)

La rotación de cultivos y el uso de abonos verdes son prácticas que acompañan con éxito a los sistemas de labranza de conservación del suelo. Al rotar cultivos se interrumpen los ciclos biológicos de plagas, enfermedades y malezas (reduciendo el consumo de herbicidas y pesticidas). Los abonos verdes por su parte son base fundamental para una agricultura sostenible, generando rastrojo que a la vez actúa como cobertura muerta, incrementando así el aporte de MO. La tasa de descomposición depende de su composición química (relación C/N). (Martínez. et al. 2001. Citado por Arévalo, J. 2013)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación del experimento

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	San Simón
Localidad:	Tagma

3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud	2816 msnm
Latitud	01º 37´ 20´´ S
Longitud	78º 58´ 41´´ W
Temperatura máxima	23º C
Temperatura mínima	5º C
Temperatura media anual	14º C
Precipitación media anual	880 mm
Heliofanía	850 (h/l) año
Humedad relativa	75 %

Fuente: Monar, C. 2006 y Estación Meteorológica Laguacoto II. 2012.

3.1.3. Zona de vida

La localidad en estudio, corresponden al piso montano o templado frío. (BM.T.F). (Holdridge, L. 1971)

3.1.4. Material experimental

Se utilizaron Semilla de Chocho variedad INIAP- 451Guranguito, fertilizante 18-46-0, Sulpomag, Ecoabonaza y un lote de terreno.

3.1.5. Materiales de campo, oficina y escritorio

Materiales de campo: Azadones, rastrillos, cámara fotográfica, libro de campo, flexómetro, estacas, piola, bolsa plástica, balanza de reloj y precisión, hoz, sacos, vehículo, urea, Acefato, fungicidas: Carbendazim y Clorotalonil.

Materiales de oficina y escritorio: Computadora, escáner, calculadora, esferos, lápices, regla, borrador, papel boom, Cd´s, flash memory, impresora, programas estadísticos Statistix 10.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Factores en estudio

Factor A: Sistemas de Producción (Rotación de cultivos):

A_1: Rotación papa – chocho

A_2: Mezcla forrajera – chocho

Factor B: Fertilizante químico y orgánico según el siguiente detalle:

B_1: 0 Kg/ha (Testigo)

B_2: Fertilización óptima química: 30-40-30-30 Kg/ha de N-P-K-S.

B_3: Ecoabonaza

B_4: Fertilización óptima química + Ecoabonaza (50 % - 50 %).

3.2.1.1. Tratamientos en base a los factores A x B. (2 x 4 = 8)

Trats. No.	Código	Descripción
T_1:	A_1 B_1	Rotación papa – chocho + sin fertilizante
T_2:	A_1 B_2	Rotación papa – chocho + fertilización óptima química 30-40-30-30 Kg/ha de N-P-K-S.
T_3:	A_1 B_3	Rotación papa – chocho + ecoabonaza (5Tm/ha)
T_4:	A_1 B_4	Rotación papa – chocho + 50 % fertilización óptima química + 50% Ecoabonaza
T_5:	A_2 B_1	Mezcla forrajera – chocho + sin fertilización
T_6:	A_2 B_2	Mezcla forrajera – chocho + fertilización óptima química 30-40-30-30 Kg/ha de N-P-K-S.
T_7:	A_2 B_3	Mezcla forrajera - chocho + eco bonaza (5Tm/ha)
T_8:	A_2 B_4	Mezcla forrajera– chocho + 50 % fertilización óptima química + 50% ecoabonaza

3.2.2. Procedimiento

Tipo de diseño: Bloques Completos al Azar (DBCA), en Arreglo Factorial (2 x 4 x 3 repeticiones)

Número de tratamientos:	8
Número de Repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	24
Superficie total de la unidad experimental:	4,2 m x 6 m = 25,2 m^2
Superficie de la unidad experimental neta:	2,8 m x 5 m = 14 m^2
Área total del ensayo:	25,2 m^2 x 24 u.e. = 804.8 m^2
Área neta total del ensayo:	14 m^2 x 24 u.e. = 336 m^2
Área total del ensayo más caminos:	21 m x 62 m = 1302 m^2

3.2.3. Tipos de análisis

- Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Bloques (r-1)	2	f^2e + 8 f^2 *bloques*
F A (a-1)	1	f^2e + 12 θ^2 *A*
F B (b-1)	3	f^2e + 6 θ^2 *B*
A x B (a-1) (b-1)	3	f^2e + 3 θ^2 *A x B*
Error Exp (t-1)(r-1)	14	f^2e
Total (t*r)-1	23	

*Cuadros Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

- Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B e interacción A x B en las que el Fisher sea significativo.
- Efecto principal para FA (Sistemas de producción).
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

3.3.1. Días a la emergencia (DE)

Se registró en días cuando más del 50 % de las plantas emergieron en cada unidad experimental.

3.3.2. Porcentaje de emergencia de las plantas (PE)

En un período de tiempo comprendido entre 8 y 15 días después de la siembra, se contaron el número de plantas emergidas en toda la parcela neta y se expresó en porcentaje de acuerdo con el número de semillas sembradas.

3.3.3. Días a la floración (DF)

Esta variable se registró en días, desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de la parcela neta estuvieron en floración.

3.3.4. Número de flores por racimo principal (NFRP)

En la fase de la floración, se contaron en diez plantas tomadas al azar el número de flores por racimo principal en cada parcela neta.

3.3.5. Incidencia de plagas (IP). (Barrenador del ápice (Díptera: Anthomyiidae; Barrenador menor del tallo: Melanogromyza sp) e Insecto comedor del polen)

Durante el ciclo de cultivo, se evaluó la incidencia del barrenador del tallo y comedor del polen mediante la siguiente escala:

1 a 3: Resistente 4 a 6: Media 7 a 10: Susceptible

3.3.6. Altura de plantas (AP)

Se midió con un flexómetro en cm, desde la base del tallo hasta su ápice terminal del eje central, en el momento de la floración y en la cosecha, en diez plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

3.3.7. Porcentaje de acame (PA)

El porcentaje de acame de plantas se evaluó en la etapa de floración y madurez fisiológica mediante la siguiente escala:

0: Muy resistente 1 a 3: Resistente 4 a 6: Intermedio 7 a 9: Susceptible (Monar. C. 2000)

3.3.8. Número de vainas por racimo principal y por planta (NVRPP)

En la fase de llenado de las vainas, se contaron en diez plantas tomadas al azar el número de vainas por racimo principal y por planta de cada parcela neta.

3.3.9. Número de granos por vaina (NGV)

Se contaron el número de granos por vaina en veinte vainas tomadas al azar de cada parcela neta, al momento de la cosecha.

3.3.10. Diámetro ecuatorial y polar del grano (DEPG)

Estas variables se midieron en milímetros con la ayuda de un calibrador vernier en veinte semillas tomadas al azar de cada parcela neta.

3.3.11. Días a la cosecha (DC)

Los días a la cosecha comercial se registraron desde la siembra hasta la cosecha, cuando la planta o los racimos estuvieron en madurez fisiológica.

3.3.12. Rendimiento en Kg/Ha. (R Kg/Ha)

El rendimiento en Kg/ha, se calculó mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000\ m^2/ha.}{ANC\ m^2/1} \times \frac{100-HC}{100-HE}$$; donde:

R = Rendimiento en Kg. / Ha al 14% de humedad.
PCP = Peso de campo por parcela en Kg.
ANC = Área neta cosechada en m^2
HC = Humedad de cosecha en porcentaje.
HE = Humedad estándar (14%)

3.3.13. Peso de 100 semillas (PCS)

Una vez cosechado, el grano al 14% de humedad, se tomó una muestra al azar de 100 semillas de cada unidad experimental y se evaluó su peso en una balanza de precisión en gramos.

3.3.14. Número de semillas/Kg (NSKg)

Se tomó una muestra de 1 Kg de semilla de chocho limpio y seleccionado al 14 % de humedad de cada parcela neta, y se procedió a contar el número de semillas/Kg.

3.4. MANEJO DEL ENSAYO

3.4.1. Análisis químico del suelo antes y al final del ensayo

Se realizó un análisis químico completo del suelo un mes antes de la siembra y al final del ensayo en el Laboratorio de Suelos del GADB (Anexo 2 y 3).

Las muestras se tomaron de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm.

3.4.2. Preparación de suelo

En la rotación papa-chocho se hizo en labranza convencional y en la rotación mezcla forrajera-chocho en labranza cero, haciendo únicamente los hoyos con un azadón pequeño.

3.4.3. Surcado

Se trazaron los surcos con azadones, a 70 cm entre surcos en la labranza convencional y únicamente los hoyos en labranza cero.

3.4.4. Fertilización química y orgánica

Para la fertilización química: se aplicó la dosis de: 30-40-30-30 Kg/ha de N-P-K-S y como fuentes se utilizaron el abono 18-46-0, Urea y Sulpomag. Las cantidades de estos abonos/ha fueron: 87 Kg de 18-46-0; 31 kg de urea y 137 kg de

Sulpomag. El 18-46-0 y Sulpomag se aplicó el 100 % en la siembra y la urea a los 60 días. La dosis por cada parcela neta se aplicó: 220 g de 18-46-0; 345 g de Sulpomag y 80 g de urea en B_2, y la mitad de estas dosis en B_4.

La Ecoabonaza se aplicó en un dosis de 5 Tm/ha en el momento de la siembra al fondo del surco. Las cantidades por cada parcela neta fueron de 13 kg para el B_3 y 6.5 kg para el B_4.

3.4.5. Siembra

La siembra se realizó en forma manual a un costado del surco, depositando 4 semillas por cada sitio a una distancia entre plantas de 50 cm, y posteriormente se realizó el raleo dejando tres plantas por sitio.

3.4.6. Tape

Esta actividad se realizó manualmente con una azada.

3.4.7. Control de malezas

Se efectuó con la ayuda de azadones en forma manual, a los 50 y 60 días después de la siembra, en la labranza convencional (papa-chocho).

3.4.8. Aporque

El aporque se realizó a los 60 días después de la siembra, con la ayuda de azadones, únicamente en la rotación papa-chocho.

3.4.9. Control de plagas

Los insecticidas se aplicó únicamente cuando fue necesario y después de haber comprobado la presencia de trozadores (Agrotys sp), barrenador del ápice (Díptera: Anthomyiidae), barrenador menor del tallo (Melanogromyza sp) e insectos comedores del polen (Familia: Chysomelidae). Se utilizó Acefato en dosis de 40 g/20 litros de agua.

3.4.10. Control de enfermedades

Para antracnosis (Colletothrichum acutatum), Roya (Uromyces lupini), Cercospora (Cercospora spp.), y Ascochyta (Ascochyta spp.) se aplicaron los funguicidas Carbendazim y Clorotalonil en dosis de 30 g/ 20 litros de agua.

3.4.11. Cosecha

Esta actividad se realizó en forma manual, arrancando las vainas de los racimos, cuando el cultivo estuvo en la etapa de madurez fisiológica.

3.4.12. Trilla

Se hizo en forma manual golpeando las vainas, en un tendal con una vara.

3.4.13. Aventado

Con la ayuda o fuerza del viento se separó la cáscara del grano, hasta tener semillas libres de impurezas.

3.4.14. Secado

Se efectuó en un tendal hasta que el grano tuvo un contenido de humedad del 14%.

3.4.15. Almacenamiento

Una vez limpio y seco el grano al 14 % de humedad se guardó en una bodega limpia y ventilada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR A (SISTEMAS DE PRODUCCIÓN)

Cuadro 1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor A (Sistemas de producción) que presentó significancia estadística en las variables: días a la emergencia (DE), porcentaje de emergencia de las plantas (PE), días a la floración (DF), número de flores por racimo principal (NFRP), incidencia de plagas: barrenador del ápice (BA), barrenador menor del tallo (BMT) e insecto comedor del polen (ICP), altura de plantas (AP), porcentaje de acame (PA), número de vainas por racimo principal (NVRP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), diámetro ecuatorial del grano (DEG), diámetro polar del grano (DPG), días a la cosecha (DC), rendimiento en Kg/ha (RKg/ha), peso de 100 semillas (PCS), número de semillas/Kg (NSKg) y porcentaje de flores caídas por racimo principal (PFCRP).

Variables	**Factor A:** Promedios				Media General	Efecto principal		
	A1		A2					
DE ^{ns}	8	A	8,5	A	8,3	A2-A1	0,5	días
PE ^{ns}	92,7	A	89,6	A	91,2	A1-A2	3,1	%
DF **	87,3	B	90,9	A	89,1	A2-A1	3,6	días
NFRP **	41,6	A	29,4	B	36	A1-A2	12	flores
BA **	3,8	A	1,1	B	2,5	A1-A2	2,8	rango
BMT ^{ns}	1,8	A	1,8	A	1,8	A1-A2	0,0	rango
ICP ^{ns}	2,8	A	2,8	A	2,8	A1-A2	0,0	rango
AP **	184,8	A	129,9	B	157,4	A1-A2	54,9	cm
PA **	5,3	A	4,3	B	4,8	A1-A2	0,9	%
NVRP **	14,4	A	12,2	B	13	A1-A2	2	vainas
NVP **	76,2	A	36,3	B	56	A1-A2	40,0	vainas
NGV ^{ns}	5,4	A	5,3	A	5,3	A1-A2	0,1	granos
DEG *	8,1	A	7,9	B	8,0	A1-A2	0,3	mm
DPG **	9,8	A	9,3	B	9,6	A1-A2	0,5	mm
DC **	202,1	A	180,5	B	191	A1-A2	22	días
R Kg/ha **	2653,4	A	1266,9	B	1960,2	A2-A1	1386,5	Kg/ha
PCS ^{ns}	27,2	A	27,3	A	27,2	A2-A1	0,0	g
NSKg ^{ns}	3506,9	A	3509,8	A	3508,4	A2-A1	2,9	semilla
PFCRP **	65,1	A	58,1	B	61,6	A1-A2	7,0	%

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5 %.

NS = No significativo * = Significativo al 5 %. **= Altamente significativo al 1 %.

- **FACTOR A (SISTEMAS DE PRODUCCIÓN)**

La respuesta de los sistemas de producción, en relación a las variables DF, NFRP, BA, AP, PA, NVRP, NVP, DEG, DPG, DC, R Kg/Ha y PFCRP fueron muy diferentes; sin embargo en las variables DE, PE, BMT, ICP, NGV, PCS y NSKg, estadísticamente fueron similares (Cuadro 1).

Los DF más precoces se registraron en A1, con 87 días y el más tardío en A2 con 91 días (Cuadro 1).

Para NFRP, se registró un promedio general de 36 flores, sin embargo el promedio más bajo se registró en A2 con 29 flores y el más alto en el A1 con 42 flores, y como efecto principal el A1, presentó 12 flores más en comparación con el A2 (Cuadro 1).

El cultivo de chocho evaluado en los sistemas de producción en esta zona agroecológica para la incidencia de plagas como: Barrenador de ápice, presentó una lectura promedio de 4 en A1: (labranza convencional), es decir el cultivar I-451 presentó una resistencia media y una lectura de 1 (Resistente) en A2: (mezcla forrajera chocho-chocho). Para barrenador menor del tallo, presentó una lectura promedio de 2 tanto en A1 como en A2. Para el insecto comedor de polen, presentó una lectura promedio de 3 tanto en A1 como en A2 (Cuadro 1). (Escala: 1 a 3 resistente; 4 a 6 media y 7 a 10 Susceptible). En síntesis los insectos plagas no fueron afectados significativamente por los sistemas de cultivo.

Para AP, se registró un promedio general de 157.4 cm, sin embargo el promedio más bajo se registró en A2 con 129.9 cm y el más alto en el A1 con 184.8 cm, y como efecto principal el A1, presentó 54.9 cm más en comparación con el A2, esta variable tiene relación con el rendimiento ya que los tratamientos con plantas altas fueron los que al final rindieron más. Quizá en A1 las plantas crecieron más porque el suelo fue preparado en labranza convencional por dos ciclos seguido de la papa.

El PA, presentó una lectura promedio de 5 en A1: (labranza convencional) y 4 en A2: (mezcla forrajera-chocho), (Cuadro 1), (Escala: 0 muy resistente; 1 a 3 resistente; 4 a 6 intermedio y 7 a 9 Susceptible). (Monar, C. 2000). El cultivo presentó una resistencia intermedia debido a que hubo vientos muy fuertes en esta zona agroecológica con velocidades de hasta 30 km/hora.

Para la variable NVRP, se registró un promedio general de 13 vainas, sin embargo el promedio más bajo se registró en A2 con 12 vainas y el más alto en el A1 con 14 vainas, y como efecto principal el A1, tuvo 2 vainas más en comparación con el A2 (Cuadro 1). El número de vainas por racimo principal fue afectado por la incidencia de incestos comedores del polen y los fuertes vientos.

El promedio de NVP más alto se registró en A1: (rotación papa-chocho) con 76 vainas y el más bajo en A2: (rotación mezcla forrajera-chocho) con 36 vainas y como efecto principal el A1 presentó 40 vainas más en comparación con el A2 (Cuadro 1). Esta diferencia se debe principalmente a la AP y NFRP, mientras más alta la planta más ramas y más flores, por ende más vainas por planta.

Para la variable DEG, se registró un promedio general de 8 mm y para DPG, se tuvo un promedio general de 9.6 mm, es decir estas variables son parámetros que nos indica el tamaño del grano, de acuerdo a Peralta, E. et al. 2010, el cultivar I-451 presentó granos de tamaño mediano.

En cuanto al ciclo del cultivo evaluado a través de la variable DC, el promedio más alto se registró en A1: (rotación papa-chocho) con 202 días y el más bajo en A2: (rotación mezcla forrajera-chocho) con 181 días y como efecto principal el A1 fue más tardío con 22 días más en comparación con el A2 (Cuadro 1 y gráfico 1). Estas son características varietales y dependen fuertemente de su interacción genotipo ambiente. El ciclo más tardío en A1, quizá se debe a la AP, NVP y a la nutrición del cultivo ya que anteriormente se sembraron dos ciclos de papa.

Para la variable PFCRP, se registró un promedio general de 61.6%, sin embargo el promedio más bajo se registró en A2: (rotación mezcla forrajera-chocho) con 58.1% y el más alto en el A1: (rotación papa-chocho) con 65.1%, y como efecto

principal el A1, presentó 7% de vainas caídas más en comparación con el A2 (Cuadro 1). El agente causal es un Crisomélido conocido como (insecto comedor del polen), lo que hace es alimentar del polen de las flores provocando la caída de las mismas, ya que las flores son futuros órganos que forman las vainas.

El rendimiento promedio más alto se presentó en A1: (rotación papa-chocho), con 2653.4 Kg/ha al 14 % de humedad, (Cuadro 1 y Gráfico 2). Como efecto principal el A1 rindió 1386.5 Kg/ha al 14 % de humedad más en comparación con el A2: (rotación mezcla forrajera-chocho) debido a los promedios más altos del NFRP, AP, NVRP, NVP, DEG y DPG (Cuadro 1).

En general los promedios más altos de los componentes del rendimiento, se presentaron en A1: (labranza convencional) debido a las mejores condiciones químicas del suelo (dos ciclos consecutivos de la papa), lo se refleja en el análisis del suelo (Anexo 2). Después del cultivo de la papa quedan residuos de fertilizantes, mismos que son aprovechadas por el siguiente cultivo. En el otro sistema de producción A2: (rotación mezcla forrajera-chocho) quizá existió competencia entre el cultivo de chocho y el pasto por luz, agua, nutrientes y espacio sobre todo en las primeras fases de desarrollo vegetativo, reflejando de esta manera en los promedios más bajos de los componentes del rendimiento (Cuadro 1 y gráfico 2). Estos resultados son similares a los obtenidos por INIAP. 2010, inicialmente el rendimiento más alto se presentó en labranza convencional, pero a mediano plazo la labranza reducida o cero labranza superaron a la convencional porque se reduce la erosión del suelo y se incrementa la materia orgánica siendo más sostenible en el tiempo y espacio.

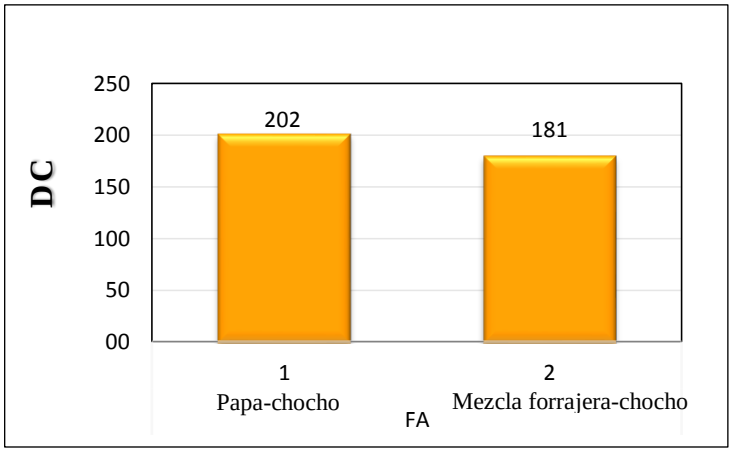


Gráfico 1. Promedios de días a la cosecha de chocho en el factor A. (Sistemas de producción).

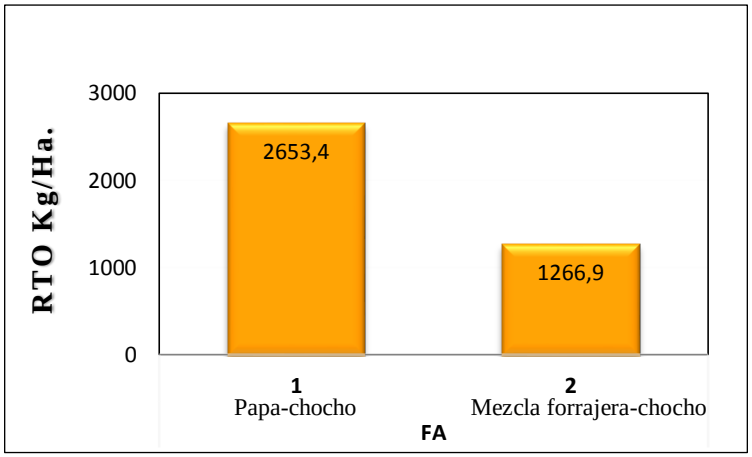


Gráfico 2. Rendimiento promedio en Kg/ha de chocho en el factor A. (Sistemas de producción).

Los resultados promedios reportados en esta investigación en cuanto al rendimiento de chocho fueron superiores a los obtenidos por Peralta, E. et al. 2010, particularmente en la rotación papa-chocho.

4.2. VARIABLES AGRONÓMICAS PARA EL FACTOR B (FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA)

Cuadro 2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (Fertilización química y orgánica) en las variables: días a la emergencia (DE), porcentaje de emergencia de las plantas (PE), días a la floración (DF), número de flores por racimo principal (NFRP), incidencia de plagas: barrenador del ápice (BA), barrenador menor del tallo (BMT) e insecto comedor del polen (ICP), altura de plantas (AP), porcentaje de acame (PA), número de vainas por racimo principal (NVRP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), diámetro ecuatorial del grano (DEG), diámetro polar del grano (DPG), días a la cosecha (DC), rendimiento en Kg/ha (RKg/ha), peso de 100 semillas (PCS), número de semillas/Kg (NSKg) y porcentaje de flores caídas por racimo principal (PFCRP).

Variables	Factor B: promedios								Media general
	B1		B2		B3		B4		
DE ^{ns}	8	A	8,2	A	8,3	A	8,5	A	8,2
PE ^{ns}	92,3	A	93,2	A	89,6	A	89,7	A	91,2
DF ^{ns}	89,0	A	88,5	A	89,7	A	89,3	A	89,1
NFRP *	34	B	40	A	35	AB	34	B	36
BA ^{ns}	2	A	2	A	3	A	43	A	12
BMT ^{ns}	2	A	2	A	2	A	2	A	2
ICP ^{ns}	3	A	4	A	3	A	3	A	3
AP **	147,1	C	166,0	A	161,8	AB	154,8	BC	157,4
PA ^{ns}	4,5	A	4,8	A	5,0	A	4,8	A	4,8
NVRP ^{ns}	13,0	A	13,4	A	13,3	A	13,4	A	13,3
NVP ^{ns}	58,4	A	56,2	A	55,2	A	55,2	A	56,3
NGV ^{ns}	5,2	A	5,4	A	5,4	A	5,3	A	5,3
DEG ^{ns}	7,7	A	8,2	A	8,1	A	8,1	A	8,0
DPG ^{ns}	9,3	A	9,8	A	9,4	A	9,7	A	9,6
DC ^{ns}	191,8	A	191,2	A	192,5	A	189,7	A	191,3
R Kg/ha. ^{ns}	1966,4	A	2019,5	A	1894,3	A	1960,4	A	1960,2
PCS ^{ns}	27,6	A	27,3	A	27,1	A	27,1	A	27,2
NSKg ^{ns}	3506,7	A	3503,0	A	3511,3	A	3512,5	A	3508,4
PFCRP ^{ns}	60,4	A	65,5	A	61,7	A	58,9	A	61,6

NS = No significativo * = Significativo al 5 % **= Altamente significativo al 1 %

- **FACTOR B (FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA)**

La respuesta de la fertilización química y orgánica en relación a las variables DE, PE, DF, BA, BMT, ICP, PA, NVRP, NVP, NGV, DEG, DPG, DC, RKg/Ha, PCS, NSKg y PFCRP, estadísticamente fueron iguales y únicamente fue diferente en las variables: NFRP y AP en esta zona agroecológica (Cuadro Nº 2).

Los promedios más altos se registró en el B2: (óptimo químico), NFRP con 40 flores, AP con 166 cm, además en cuanto al rendimiento Kg/ha, no existió diferencias estadísticas pero numéricamente se registraron los promedios más altos en el mismo B2, con 2020 Kg/ha al 14% de humedad (Cuadro 2; Gráfico 3, 4 y 5).

Para el resto de los componentes del rendimiento no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tipos de abonos en comparación con el testigo, porque el suelo donde se realizó este ensayo tuvo buenas características físicas y químicas apropiadas para el cultivo de chocho. El suelo presentó un contenido medio para P, S, N, K, Ca y Mg, con un pH de 6.7 y un contenido de materia orgánica de 3% (Anexo 2). Además la ecoabonaza no estuvo completamente mineralizado y el efecto será en el próximo cultivo. Estos resultados sugieren que para el cultivo de chocho en rotación después de dos ciclos de la papa, no es necesario aplicar fertilizantes sintéticos ni orgánicos, porque no hubo respuesta positiva que se refleje en el rendimiento.

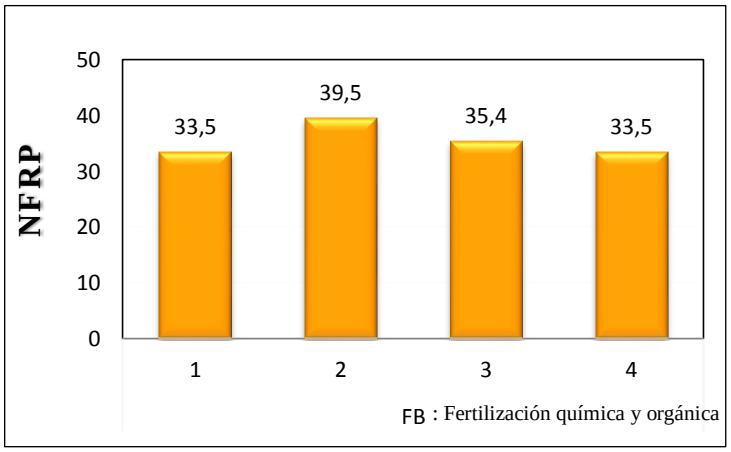


Gráfico 3. Promedio de NFRP en el factor B: (Fertilización química y orgánica.)

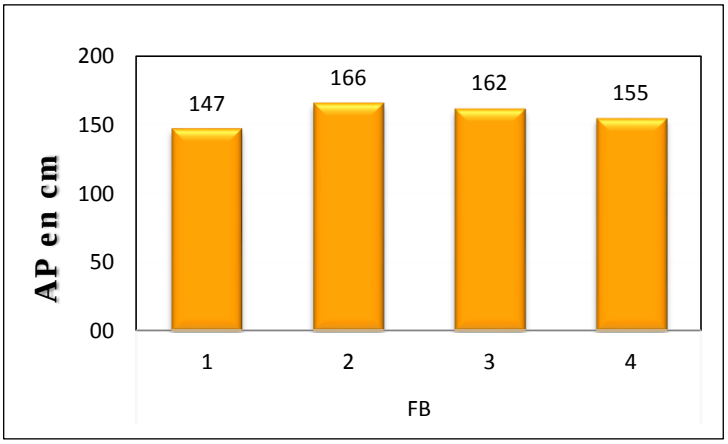


Gráfico 4. Promedio de la AP en el factor B: (Fertilización química y orgánica)

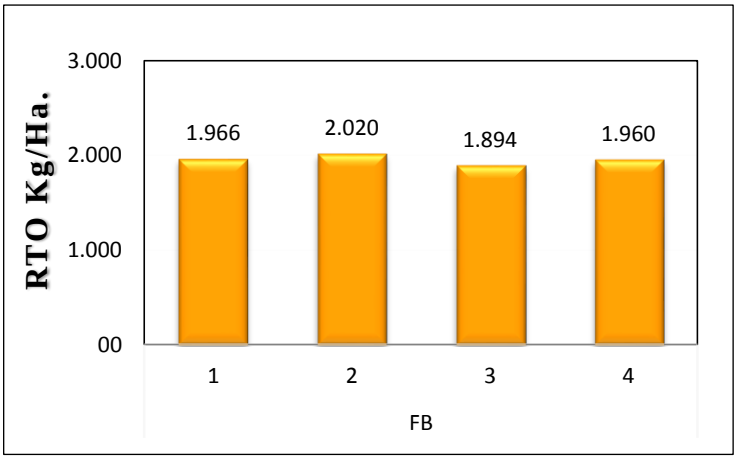


Gráfico 5. Rendimiento promedio en kg/ha de chocho en el factor B: (Fertilización química y orgánica)

B1: Testigo.
B2: Fertilización óptimo químico.
B3: Ecoabonaza.
B4: Fertilización optimo químico + Ecoabonaza (50% - 50%).

4.3. VARIABLES AGRONÓMICAS PARA LAS INTERACCIONES DE FACTORES (A x B)

Cuadro 3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos (A x B) en las variables agronómicas: días a la emergencia (DE), porcentaje de emergencia de las plantas (PE), días a la floración (DF), número de flores por racimo principal (NFRP), incidencia de plagas: barrenador del ápice (BA), barrenador menor del tallo (BMT) e insecto comedor del polen (ICP), altura de plantas (AP), porcentaje de acame (PA), número de vainas por racimo principal (NVRP), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), diámetro ecuatorial del grano (DEG), diámetro polar del grano (DPG), días a la cosecha (DC), rendimiento en Kg/ha (RKg/ha), peso de 100 semillas (PCS), número de semillas/Kg (NSKg) y porcentaje de flores caídas por racimo principal (PFCRP).

Variables	Tratamientos: A x B								Media general	CV %
DE ^{ns}	T6	T8	T3	T4	T5	T7	T1	T2		
	8.6	8.6	8.7	8.3	8.3	8.7	7.6	7.6	8.2	7.3
	A	A	A	A	A	A	A	A		
PE ^{ns}	T2	T1	T4	T5	T3	T6	T8	T7		
	95.4	93.4	91.1	91.1	91.0	90.9	88.2	88.2	91.2	5.3
	A	A	A	A	A	A	A	A		
DF ^{ns}	T5	T2	T7	T8	T3	T4	T1	T2		
	91.0	91.0	91.0	90.7	88.3	88.0	87.0	86.0	89.1	0.9
	A	A	A	A	A	A	A	A		
NFRP ^{ns}	T2	T1	T3	T4	T6	T7	T8	T5		
	45.8	40.4	40.3	39.8	33.2	30.6	27.3	26.6	35.5	8.5
	A	A	A	A	A	A	A	A		
BA ^{ns}	T3	T4	T1	T2	T6	T5	T7	T8		
	4.3	4.3	3.3	3.3	1.3	1.0	1.0	1.0	2.5	19.6
	A	A	A	A	A	A	A	A		
BMT ^{ns}	T3	T8	T2	T4	T5	T6	T7	T1		
	2.3	2.3	2.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.3	1.8	36
	A	A	A	A	A	A	A	A		
ICP ^{ns}	T2	T6	T8	T3	T5	T1	T4	T7		
	4	3	3	3	3	3	2	2	2.8	26.1
	A	A	A	A	A	A	A	A		
AP *	T2	T3	T4	T1	T6	T7	T8	T5		
	189.5	184.7	182.6	182.5	142.4	138.8	126.9	111.6	157.4	4.1

	A	A	A	A	B	B	BC	C		
PA [ns]	T3	T2	T1	T4	T8	T6	T7	T5		
	5.7	5.3	5.0	5.0	4.7	4.3	4.3	4.0	4.8	15
	A	A	A	A	A	A	A	A		
NVRP [ns]	T2	T1	T3	T4	T8	T7	T6	T5		
	14.8	14.3	14.2	14.2	12.7	12.4	12.1	11.7	13.3	12.4
	A	A	A	A	A	A	A	A		
NVP [ns]	T2	T1	T3	T4	T6	T7	T8	T5		
	77.2	77.2	75.4	75.2	39.7	36.9	35.3	33.2	56.3	9.5
	A	A	A	A	A	A	A	A		
NGV [ns]	T2	T3	T4	T1	T7	T6	T8	T5		
	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.1	5.3	4.1
	A	A	A	A	A	A	A	A		
DEG [ns]	T2	T1	T6	T3	T8	T7	T4	T5		
	8.3	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.3	8.0	3.6
	A	A	A	A	A	A	A	A		
DPG [ns]	T2	T4	T1	T3	T6	T8	T7	T5		
	10.0	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.2	8.9	9.6	4.5
	A	A	A	A	A	A	A	A		
DC [ns]	T4	T2	T1	T3	T7	T5	T6	T8		
	203.0	202.7	201.3	201.3	183.7	182.3	179.7	176.3	191.3	1.5
	A		A	A	A	A	A	A		
RKg/ha [ns]	T1	T2	T3	T4	T6	T8	T5	T7		
	2697.9	2697.9	2614.7	2603	1341.1	1317.6	1234.8	1173.9	1960.1	8.6
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
PCS [ns]	T5	T4	T6	T3	T1	T2	T7	T8		
	28.1	27.6	27.6	27.2	27.1	27.0	26.9	26.5	27.2	4.0
	A	A	A	A	A	A	A	A		
NS/Kg [ns]	T4	T3	T5	T6	T7	T8	T1	T2		
	3517.3	3514.0	3513.7	3509	3508.7	3507.7	3499.7	3496.7	3508.4	1.4
	A	A	A	A	A	A	A	A		
PFCRP [ns]	T2	TI	T4	T3	T6	T7	T5	T8		
	67.8	64.3	64.3	64.3	63.3	59.1	56.5	53.6	61.6	7.4
	A	A	A	A	A	A	A	A		

Promedios con la misma letra son iguales al 5%

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5 %

NS = No significativo

* = Significativo al 5 %

- **TRATAMIENTOS: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN POR LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA (A x B)**

El efecto de los componentes del rendimiento a excepción de altura de la panta fue similar (Cuadro 3); es decir la respuesta de los sistemas de producción en cuanto a las variables: DE, PE, DF, NFRP BA, BMT, ICP, PA, NVRP, NVP, NGV, DEG, DPG, DC, RKg/Ha, PCS, NSKg y PFCRP no dependieron de la fertilización química ni orgánica; sin embargo para la AP, el efecto de los sistemas de producción sí dependieron de la fertilización química y orgánica (Cuadro 3 y gráfico 6).

Los promedios más altos de la altura de planta se registraron en el tratamiento T2: (Rotación papa – chocho con la fertilización óptimo químico) con 190 cm de altura, seguido de tratamiento T3: (Rotación papa – chocho con 5 Tm/ha de ecoabonaza) con 185 cm de altura y el promedio más bajo se registró en el tratamiento T5 testigo: (Rotación mezcla forrajera – chocho) con 112 cm (Cuadro 3 y gráfico 6).

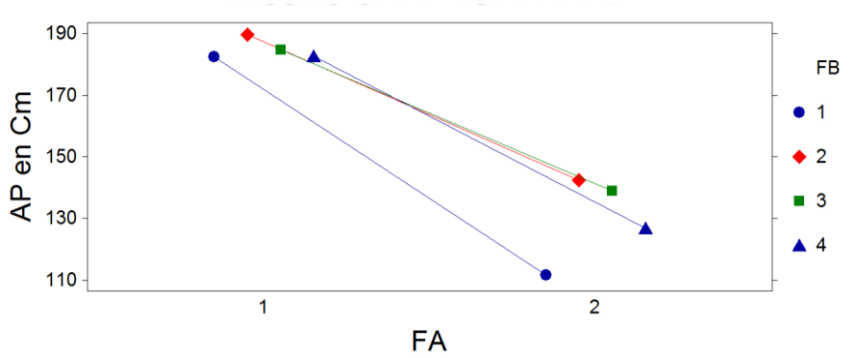


Gráfico 6. Promedio de la AP en la interacción A x B.

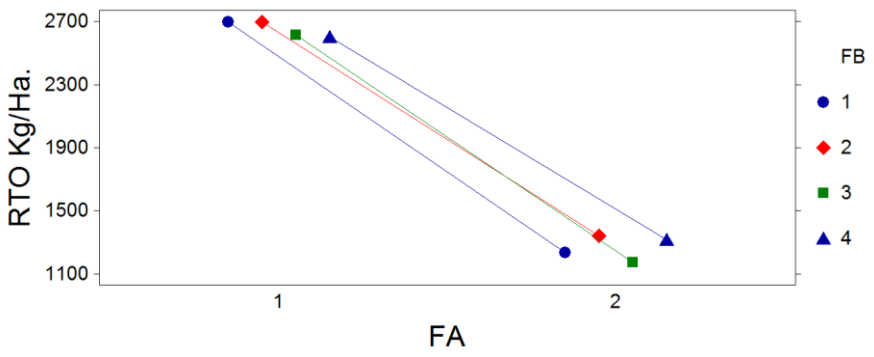


Gráfico 7. Respuesta del rendimiento promedio en Kg/ha de chocho en la interacción A x B.

Estadísticamente los rendimientos promedios de chocho en Kg/ha fueron similares pero numéricamente los promedios más altos se registraron en los tratamientos T1: Testigo (rotación papa- chocho) con 2697.9 Kg/ha al 14% de humedad y en el tratamiento T2: (rotación papa –chocho con la fertilización óptimo químico) con 2697.9 Kg/ha al 14% de humedad, seguido del tratamiento T3: (rotación papa – chocho con 5 Tm/ha. de ecoabonaza) con 2614.7 Kg/ha al 14% de humedad, y el promedio más bajo se registró en el tratamiento T7: (rotación mezcla forrajera – chocho con 5 Tm/ha. de ecoabonaza) (Cuadro 3 y Gráfico 7). De igual manera para la incidencia de las plagas fue similar en todos los tratamientos, es decir ni el sistema de cultivo ni los abonos evaluados, incidieron significativamente en los insectos plagas.

No existieron diferencias estadísticas significativas entre la fertilización química y orgánica en comparación con el testigo, porque el suelo donde se realizó este ensayo tuvo buenas características físicas; químicas apropiadas para el cultivo de chocho (Anexo 2 y 3).

El chocho al ser una leguminosa, fija el N_2 de la atmósfera a través de las bacterias del género Rhizobium sp, contribuyendo decididamente al mejoramiento del suelo. Varias investigaciones realizadas por INIAP. 2002, indicaron que en promedio una ha de chocho fija alrededor de 180 a 220 Kg/ha de N.

4.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Cuadro 4. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una significancia estadística con el rendimiento (variable dependiente).

Variables independientes (Xs), Componentes del rendimiento	Coeficiente de correlación "r"	Coeficiente de regresión "b"	Coeficiente de determinación (R^2) %
NFRP	0,8461 **	83.9197 **	72
AP	0,9260 **	22.4347 **	86
NVRP	0,6420 **	246.248 **	41
NVP	0,9491 **	32.7452 **	90
DEG	0,4090 *	777.783 *	17
DPG	0,4624 *	636.279 *	21
DC	0,9193 **	57.6833 **	85
PFCRP	-0,5263 *	-61.7936 *	28

* = Significativo al 5%.
**= Altamente significativo al 1%.

Coeficiente de correlación "r"

En esta investigación las variables independientes que presentaron una correlación significativa positiva con el variable rendimiento fueron: número de flores por racimo principal, altura de plantas, número de vainas por racimo principal, número de vainas por planta, diámetro ecuatorial y polar del grano y días a la cosecha. Sin embargo existió una estreches significativa negativa entre el porcentaje de flores caídas por racimo principal y el rendimiento (Cuadro 4). El valor máximo de correlación es +/- 1.

Coeficiente de regresión "b"

En esta investigación las variables independientes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de chocho en Kg /ha fueron: número de flores por racimo principal, altura de plantas, número de vainas por racimo principal, número de vainas por planta, diámetro ecuatorial y polar del grano y días a la cosecha, es decir valores promedios más altos de estas variables, mayor incremento del rendimiento promedio de chocho (Cuadro 4).

El componente que redujo el rendimiento fue: el porcentaje de flores caídas por racimo principal por efecto del insecto comedor del polen y el viento (Anexo 4).

Coeficiente de determinación (R^2%)

En esta investigación la variable independiente que contribuyó en un 90% al incrementó del rendimiento de chocho fue el número de vainas por planta (Cuadro 4).

La reducción del rendimiento de chocho fue debido a porcentaje de flores caídas por racimo principal con una reducción del 28 % del rendimiento por efecto de caída de las flores causado por los insectos comedores del polen (Cuadro 4).

El R^2, nos indica en que porcentaje se incrementa o se disminuye el rendimiento por efecto de los componentes del rendimiento. (Monar, C. 2015. Comunicación personal)

4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL (AEPP) Y CÁLCULO DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR)

Cuadro 5. Análisis Económico de Presupuesto Parcial y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno en el cultivo de chocho. Guaranda, 2015.

Tratamiento №	Rendimiento Kg/ha.	Rendimiento Kg/ha ajustado al 10%	Ingreso bruto USD/ha	Total de costos que varían USD/ha	Total de beneficios netos USD/ha
T1: A1B1	2697.9	2428.1	5827.5	259.0	5568.5
T2: A1B2	2697.9	2428.1	5827.5	528.6	5298.9
T3: A1B3	2614.7	2353.2	5647.8	1097.0	4550.7
T4: A1B4	2603.2	2342.9	5622.9	807.7	4815.2
T5: A2B1	1234.8	1111.32	2667.2	118.5	2548.6
T6: A2B1	1341.1	1207.0	2896.8	398.3	2498.5
T7: A2B1	1173.9	1056.5	2535.6	958.7	1576.9
T8: A2B1	1317.6	1185.8	2846.0	684.3	2161.7

Cuadro 6. Análisis de Dominancia (D).

Tratamiento №	Total de costos que varían USD/ha	Total de beneficios netos USD/ha	Dominancia (D)
T5: A2B1	118.5	2548.6	√
T1: A1B1	259.0	5568.5	√
T6: A2B2	398.3	2498.5	D
T2: A1B2	528.6	5298.9	D
T8: A2B4	684.3	2161.7	D
T4: A1B4	807.7	4815.2	D
T7: A2B3	958.7	1576.9	D
T3: A1B3	1097.0	4550.7	D

D= Tratamientos Dominados

Cuadro 7. Análisis de la Tasa Marginal de Retorno (TMR %).

Tratamiento Nº	Total de costos que varían USD/ha	Total de beneficio neto USD/ha	TMR %
T5: A2B1	118.5	548.6	2150.00
T1: A1B1	259.0	5568.5	

El análisis económico de presupuesto parcial, se realizó de acuerdo a la metodología de Perrín, et al. 1998, en que toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento, como fue en este estudio los fertilizantes químicos; ecoabonaza, mano de obra, costo de envases y costo de la trilla. El

precio promedio de venta de un Kg de chocho fue de 2,40 dólares/Kg la urea 0,78 centavos de dólar/Kg; sulpomag 0,96 centavos de dólar/Kg; 18-46-0 0,90 centavos de dólar/Kg; ecoabonaza 0,15 centavos de dólar/Kg. El valor de un jornal por día fue de 12 dólares. El costo de la trilla por cada Kg fue de 0.10 centavos de dólar, y el costo de un envase con una capacidad de 45 Kg 0,30 centavos de dólar.

El tratamiento con el beneficio neto más alto fue el T1: (A1B1) con $ 5568,5/ha (Cuadro 5).

Los tratamientos T2: A1B2; T3: A1B3; T4: A1B4; T6: A2B2; T7: A2B3 y T8: A2B4 fueron dominados principalmente por los valores más altos de los costos que varían y una reducción del rendimiento y por ende de los beneficios netos. (Cuadro 6).

4.6.1. Análisis de Tasa Marginal de Retorno

La Tasa Marginal de Retorno (TRM), se calculó con la fórmula:

$$\text{TMR} = \frac{\triangle \text{BN}}{\triangle \text{CV}} \text{ x } 100$$ Donde:

$\triangle$BN=Incremento en el beneficio neto ($/ha.).
$\triangle$CV =Incremento en los costos que varían ($/ha.).
100 = Porcentaje

Con el tratamiento T1: Testigo (Rotación papa – chocho sin fertilizante); se calculó un valor de la TMR de 2150 %; es decir tomando en cuenta únicamente los costos que varían, el productor por cada dólar invertido tiene una ganancia de 21,50 USD (Cuadro 7).

Estos resultados nos permiten inferir que los beneficios netos más altos se dan con la agricultura de conservación (Rotación papa- chocho), pero no es sostenible a largo plazo por los efectos de deterioro y erosión severa del suelo; en cambio la agricultura de conservación, los efectos son a mediano plazo (5 años); porque se han mejorado las características físicas, químicas y biológicas del suelo. (Monar, C. 2013)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

La respuesta de los sistemas de producción para la mayoría de los componentes del rendimiento fueron muy diferentes. El rendimiento promedio más alto se registró en A1: (rotación papa-chocho) con 2653.4 Kg/ha al 14% de humedad.

La respuesta de la fertilización química y orgánica, para la mayoría de variables evaluadas fueron similares; sin embargo el rendimiento promedio más alto de chocho se registró en el B2: óptimo químico con 2020 Kg/ha al 14% de humedad.

En las interacciones de los factores; los tratamientos con el valor promedio más alto de rendimiento se registraron en el T1: testigo (rotación papa-chocho) y T2: (rotación papa-chocho con óptimo químico) con 2697.9 Kg/ha al 14% de humedad.

Las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento más alto fueron: número de flores por racimo principal, altura de plantas, número de vainas por racimo principal, número de vainas por planta, días a la cosecha, diámetro ecuatorial y polar del grano.

Económicamente la mejor alternativa tecnológica para el cultivo de chocho fue el T1: (testigo en rotación papa-chocho) y T5: (testigo en rotación mezcla forrajera-chocho), con el valor más alto de TRM de 2150%.

Finalmente este estudio demostró que no es necesario la aplicación de fertilizantes químicos ni orgánicos en la rotación papa-chocho; y mezcla forrajera-chocho, lo cual constituye alternativas tecnológicas sostenibles en el tiempo y espacio.

5.2. RECOMENDACIONES

Con base a las principales conclusiones sistematizadas en esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones:

La aplicación de la ecoabonaza, se recomienda hacer bien descompuesta y al fondo del surco.

En la rotación papa-chocho de la zona agroecológica de Tagma, no se recomienda la aplicación de fertilizantes químico; por los contenidos de residuos del cultivo anterior de la papa.

Para el control de insectos plagas en chocho como los trozadores (Agrotys sp), barrenadores del tallo (Melanogromiza sp) y crisomélidos (insectos comedores del polen Familia: Chrysomelidae) se debe aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas en función del Umbral económico.

En la rotación papa-chocho en la zona agroecológica de Tagma se recomienda la densidad de siembra de 0.90 m entre surcos y 0.60 m entre plantas con dos semillas por sitio.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

El chocho junto con la quinua, amaranto y ataco son uno de los cultivos más importantes en la alimentación, principalmente de los pueblos andinos del Ecuador. Estos granos andinos se caracterizan por su alto contenido de proteína, grasa, minerales y fibra, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana. Esta investigación se realizó en la localidad de Tagma, cantón Guaranda. El suelo donde se realizó esta investigación presentó una textura franco limoso, un pH de 6.7, y un contenido medio de materia orgánica. Los objetivos fueron: i) Medir el efecto de la fertilización química y orgánica sobre los componentes del rendimiento en el cultivo de chocho variedad INIAP – 451 Guaranguito; ii) Estudiar el efecto de dos sistemas de producción de chocho; iii) Realizar el Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y calcular la Tasa Marginal de Retorno (TMR %). Se aplicó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial: dos sistemas de producción con la fertilización química y orgánica con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para factor B e interacción de factores A x B, análisis de correlación y regresión lineal simple, efecto principal para los sistemas de producción y análisis económico de presupuesto parcial y cálculo de tasa marginal de retorno. La respuesta de los sistemas de producción para la mayoría de los componentes del rendimiento fueron muy diferentes. El rendimiento promedio más alto se registró en A1: rotación papa-chocho. La respuesta de fertilización química y orgánica, para la mayoría de los componentes del rendimiento fueron similares. En las interacciones de los factores; los tratamientos con el valor promedio más alto de rendimiento se registraron en el T1: testigo (rotación papa-chocho) y T2: (rotación papa-chocho con óptimo químico) con 2697.9 Kg/ha. Económicamente en suelos de buena calidad en función del análisis químico completo del suelo y rotación de cultivo con papa se recomienda sembrar sin la aplicación de fertilizantes. Finalmente este estudio permitió validar alternativas tecnológicas sostenibles económica y socialmente para el agricultor.

6.2. SUMMARY

The andean lupine or pearl lupin together with quinoa, amaranth and ataco are one of the most important food crops, mainly of the Andean peoples of Ecuador. These Andean grains are characterized by their high content of protein, fat, minerals and fiber, that determines its value and importance in human nutrition. This research was conducted in the town of Tagma, Canton Guaranda. The soil where this research was conducted presented a silt loam texture, a pH of 6.7, and an average content of organic matter. The objectives were: i) measuring the effect of chemical and organic fertilization on yield components in the cultivation of lupine variety INIAP - 451 Guaranguito; ii) To study the effect of two production systems lupine; iii) Perform the economic analysis of partial Budget and calculate the marginal rate of return (TMR%). Design randomized complete block in factorial arrangement was applied, two planting systems with chemical and organic fertilization with three replications. ANOVA, Tukey test at 5% for factor B and interaction of factors A x B, correlation analysis and simple linear regression, main effect for economic production systems and partial budget analysis and calculation of marginal rate were performed return. The response of production systems for most yield components were very different. The highest average yield was recorded in A1: potato-lupine rotation. The response of chemical and organic fertilizers, for most yield components were similar. In the interactions of factors; treatments with the highest average yield value were recorded in the T1: control (potato-lupine rotation) and T2 (potato-chemical lupine with optimal rotation) with 2697.9 Kg / ha. Economically good soils based on the complete chemical analysis of soil and crop rotation with potatoes is recommended to plant without applying fertilizers. Finally, this study validated economically and socially sustainable technological alternatives for farmers.

VII. BIBLIGRAFÍA

1. Arévalo, J. 2013. Evaluación de sistemas de labranza, cultivos de cobertura y rotación con maíz duro (Zea mays L.) en la microcuenca del río Alumbre. Tesis de grado en Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda- Ecuador: Pp. 22-23.

2. Baca, E. et al. 2013. Fijación biológica de nitrógeno. Revista Elementos, Ciencia y Cultura (En línea). Disponible en: http://www.elementos.buap.mx/num38/htm/43.htm

3. Baker, C. et al. 2008. Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Segunda edición. Editorial Acribia, S.A. y FAO. P. 4.

4. Bárbara, D. 2007. Sistemas Alternativos de Producción Agrícola. Matanzas – Cuba. P. 2-4.

5. Botanical. 2014. Rotación de cultivos (En línea). Disponible en: http://www.botanical-online.com/rotaciondecultivos.htm

6. Caicedo, C. et al. 2001. Poscosecha y Mercadeo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet). Publicación Miscelánea No. 105. *PRONALEG - G A.* Estación Experimental Santa Catalina. Quito – Ecuador. P. 5.

7. Caicedo, C. y Peralta, E. 2001. Cultivo de chocho Lupinus mutabilis Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas en el Ecuador. *PRONALEG - G A.* Estación Experimental Santa Catalina Boletín Técnico No. 103. Quito – Ecuador. Pp. 7-8.

8. Cervantes, M. 2014. Propiedades de los Abonos Orgánicos (En línea). Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

9. CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América). 2015. Ciclo del Nitrógeno (En línea). Disponible en: http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm_send/109)

10. Ciencias de la tierra. 2015. Ciclo del Nitrógeno (En línea). Disponible en: http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/135CicN.htm

11. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2015. ¿Qué es AC? (En línea). Disponible en: http://conservacion.cimmyt.org/ique-esac

12. CLADES (Centro Latino Americano de Desarrollo Sustentable). 2015. Investigación y Ciencia en Agricultura Alternativa (En línea). Disponible en: http://www.clades.cl/revistas/4/rev4art2.htm

13. Contreras, J. 2014. Características del tarwi (En línea). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v25n4/a05v25n4.pdf

14. Douglas, H. 2014. Investigación Colaborativa de Granos Andinos en Ecuador. Fundación McKnight e Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. P. 18.

15. FAO (Food and Agriculture Organization). 2013. Sistema de Producción Agropecuaria (En línea). Disponible en: http://www.fao.org/docrep/003/y1860s/y1860s03.htm

16. FAO. 2014. Origen del chocho Lupinus mutabilis (En línea). Disponoble en: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm

17. FAO. 2015. Agricultura de Conservación (En línea). Disponible en: http://www.fao.org/ag/ca/es/11.html

18. FONAG (Fondo para la Protección del Agua). 2010. Que son los Abonos orgánicos (En línea). Disponible en: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

19. García, C. 2010. Evaluación agronómica del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) con tres dosis de Biol y tres dosis de Ecoabonaza. Tesis de grado

en Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda- Ecuador: P. 25.

20. Galarza, D. 1995. Clasificación taxonómica de Lupinus Mutabilis (En línea). Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=m5gzAQAAMAAJ&dq=descripcion+taxonomica+de+chocho+(Lupinus+mutabilis+Sweet)&source=gbs_navlinks_s

21. García, M. 2012. Respuesta agronómica de dos cultivares de zanahoria (Daucus carota L.) a la fertilización orgánica. Tesis de grado en Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda- Ecuador: Pp. 27 a 28.

22. Gómez, D. y Vásquez, M. 2011. Abonos orgánicos. PRONAGRO (En línea). Disponiblemen:mhttp://www.metrocert.com/files/abonos%20organicos%2024-05-2011.pdf

23. Govaerts, B. y Cox, R. 2015. Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. CIMMYT (En línea). Disponible en: http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4411/56988.pdf

24. Holdridge, L. 1971.Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (En línea). Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge

25. INFOAGRO. 2014. Que son los abonos orgánicos (En línea). Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

26. INFOJARDIN. 2015. Síntomas de carencia de nitrógeno (En línea). Disponible en: http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-nitrogeno-fosforo-potasio.htm

27. INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2003. Labranza de Conservación (En línea). Disponible en: http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR31560.pdf

28. IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2012. ¿Qué es la Agricultura de Conservación? (En línea). Disponible en: http://mca.ipni.net/article/MCA-3011

29. IPNI. 2006. Función del fósforo en las plantas (En línea). Disponible en: http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf

30. IPNI. 2009. Síntomas de deficiencia de N, P, y K en las plantas de maíz (En línea). Disponible en: http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/3D863FD0E9CF06D006256B840068873A/$file/Breves+S%C3%ADntomas+de+deficiencia+de+N,+P,+y+K+en+las+plantas+de+ma%C3%ADz.pdf

31. Jacobsen, S. y Mujica, A. 2006. El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres (En línea). Disponible en: http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf

32. Lara, K. 1999. Estudio de Alternativas para el Desamargado de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet). Tesis de Doctor en Química. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba - Ecuador: Pp. 187 – 189.

33. Legaz, F. 2006. Sintomatología de las deficiencias y excesos minerales. IVIA (En linea). Disponible en: http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/citricos/05tema11.pdf

34. LENNTECH. 2015. Qué es el Ciclo del nitrógeno (En línea). Disponible en: http://www.lenntech.es/ciclo-nitrogeno.htm

35. Monar, C. 2000. Informe anual Proyecto Integral Noreste de Bolívar (PI-NEB) – INIAP – FEPP Guaranda – Ecuador. P. 42.

36. Monar, C. 2006 y Estación Meteorológica Laguacoto II. 2012.

37. Monar, C. 2012. Informe anual de programa de semillas. UEB. Guaranda, Ecuador.

38. Monar, C. 2013. Informe anual de programa de semillas. UEB. Guaranda, Ecuador. P. 32.

39. Monar, C. 2015. Comunicación Personal.

40. Peralta, E. 2010. Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de Granos Andinos Chocho, Quinua, Amaranto. *PRONALEG - G A.* Estación Experimental Santa Catalina. Publicación Miscelánea No. 169. Quito- Ecuador.

41. Peralta, E. et al. 2010. INIAP 451 GUARANGUITO. Nueva variedad de chocho para la provincia Bolívar. *PRONALEG - G A.* Estación Experimental Santa Catalina Boletín Divulgativo No. 382. Quito – Ecuador.

42. Peralta, E. et al. 2012. Manual agrícola de granos andinos Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Publicación Miscelánea No. 69. Tercera edición. Quito- Ecuador. P. 3.

43. Peralta, E. et al. 2013. Manual Agrícola de fréjol y otras leguminosas. Publicación Miscelánea No. 135. Tercera edición. Quito-Ecuador. P. 26.

44. PNA (Potassium nitrate association). 2015. Rol de potasio en el cultivo de plantas (En línea). Disponible en: http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/

45. PROMIX. 2015. Rol del calcio en el cultivo de plantas (En línea). Disponible en: http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/

46. PRONACA. 2014. Que es la Ecoabonaza (En línea). Disponible en: http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/gvillagomez_ft.pdf

47. Ramos, M. et al. 2004. Sistemas de labranza de conservación del suelo. Boletín técnico No. 120. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. EESC. Quito-Ecuador. P. 1.

48. Rivera, M. et al. 1998. Catálogo de germoplasma de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) y otras especies de Lupinus. INIAP. FUNDACYT. PBID-206. Quito – Ecuador. P. 47.

49. Rivera, M. et al. 2010. Boletín Divulgativo No.169. *PRONALEG - G A.* Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. P. 2.

50. Rodríguez, A. 2009. Evaluación "in vitro" de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis Sweet). Tesis de grado en Bioquímico Farmacéutico, Espoch. Facultad de Ciencias (En línea). Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/219/1/56T00193.pdf

51. ROSESOCIETY. 2014. Ventajas y desventajas de abonos inorgánicos (En línea). Disponible en: http://www.rosesocietyuruguay.com/fertilizantes.html

52. Sabino, H. et al. 2007. Sintomatología de deficiencia de azufre en las plantas. IPNI (En línea). Disponible en: https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/3A81C89C1F0AEBAB052572E2006E3F63/$file/Azufre+como+Nutriente+y+Agente+de+Defensa+contra+Plagas+y+Enfermedades.pdf

53. Suquilanda, M. 1996. La Agricultura Orgánica una alternativa viable para el establecimiento de sistemas productivos sustentables. Quito. Pp. 20-30.

54. Tapia, M. 2007. Guia de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE-Perú. Lima, Perú. Pp. 96-99.

55. Thompson, M. et al. 2003. Los suelos y su fertilidad. Edición reimpresa. Editorial Reverte. P. 302.

56. UNAL (Universidad Nacional de Colombia). 2014. Función de macronutrientes en las plantas (En línea). Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000051/lecciones/cap03/01_09.htm#ini

57. Valencia, M. 2014. Grano de tarwi, considerado como soya andina (En línea). Disponible en: http://www.eabolivia.com/blogs/19531-grano-de-tarwi-considerado-como-soya-andina.html

58. Valverde, F. et al. 2004. Evaluación de sistemas de labranza de suelos y fertilización en la asociación maíz-fréjol voluble. Boletín Técnico No.121. Quito-Ecuador.

59. Yuquilema, M y Arévalo, M. 2008. Respuesta de cuatro líneas promisorias de quinua dulce (Chenopodium quínoa Will*)* a la aplicación de abono orgánico y químico. Tesis de grado en Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda-Ecuador: Pp. 38-39.

ANEXOS

ANEXO 1. MAPA FÍSICO DE LA UBICACIÓN DEL ENSAYO



Ubicación del ensayo

Altitud: 2816 msnm
Latitud: 01° 37´ 20´´ S
Longitud: 78° 58´41´´ W

ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA

GOBIERNO AUTONÓMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLIVAR

LABORATORIO DE SUELOS
DEPARTAMENTO ECONOMICO PRODUCTIVO

Nombre del Propietario: Inti Sebastián Arévalo Tenelema. U.E.B.
Fecha de ingreso: 14 de Mayo de 2015
Fecha de salida: 5 de Junio de 2015
Ubicación: Las Gradas – San Simon - Guaranda
Cultivo: Chocho con rotaciones papa, forraje + chocho.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

ANÁLISIS FÍSICO:	%				
Identificación	**M.O**	**Humedad**	**Textura**	**Estructura**	**Densidad aparente gr/cm^3**
001-GDA-07(T1 0-30CM)	3%	60 Media	Franco limoso	Unilaminar	1.20
001-GDA-08(T2 30-60CM)	3%	60 Media	Franco limoso	Unilaminar	1.20
001-GDA-09(T3 0-30CM)	4%	60 Media	Franco limoso	Unilaminar	1.20
001-GDA-10 (T4 30-60CM)	4%	60 Media	Franco limoso	Unilaminar	1.20

ANÁLISIS QUÍMICO:		mS	Mg/litro							
Identificación	**pH**	**Cond. Eléct.**	**Nitrato NO_3**	**Amonio NH_3-N**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
001-GDA-07 (T1 0-30cm)	6.8	0.25	20.0	4.5	24.5	5.5	90.0	80.0	30	10
001-GDA-08 (T2 30-60cm)	6.5	0.19	15.0	4.5	19.5	35.0	15.0	120.0	50	15
001-GDA-09 (T3 0-30cm)	6.7	0.30	22.0	4.0	26.0	6.0	76.0	90.0	38	15
001-GDA-10 (T4 30-60cm)	6.6	0.20	14.0	4.0	18.0	40.0	12.0	140.0	56	20

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLIVAR
DESARROLLO ECONOMICO PRODUCTIVO
BOLIVAR

Ing. Luis De Mora J.
Jefe de Laboratorio de Suelos
DEP- GADPB
Móvil: 0994491431

ANEXO 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO DESPUÉS DE LA COSECHA

GOBIERNO AUTONÓMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLIVAR

LABORATORIO DE SUELOS
DEPARTAMENTO ECONOMICO PRODUCTIVO

Nombre del Propietario: Inti Sebastián Arévalo Tenelema - U.E.B.
Fecha de ingreso: 19 de Octubre de 2015
Fecha de salida: 29 de Octubre de 2015
Ubicación: Las Gradas – San Simón - Guaranda
Cultivo: Análisis de 4 muestras de suelo para cultivo de chocho y mezcla forraje + chocho a dos profundidades después de la cosecha.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

ANÁLISIS FÍSICO:

	%				
Identificación	**M.O**	**Humedad**	**Textura**	**Estructura**	**Densidad aparente gr/cm3**
001-GDA-10 (T1 0-30CM)	2%	8	Franco limoso	Unilaminar	1.20
001-GDA-101 (T2 30-60CM)	2%	8	Franco limoso	Unilaminar	1.20
001-GDA-102 (T3 0-30CM)	3.5%	12	Franco limoso	Unilaminar	1.25
001-GDA-103 (T4 30-60CM)	3.5%	12	Franco limoso	Unilaminar	1.25

ANÁLISIS QUÍMICO:

		mS	Mg/litro							
Identificación	**pH**	**Cond. Eléct.**	**Nitrato NO_3**	**Amonio NH_3-N**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
001-GDA-10 (T1 0-30CM)	7.0	0.22	20.0	3	23.0	8	60	70	20	8
001-GDA-101 (T2 30-60CM)	6.8	0.18	15.0	4	19.0	30	20	110	40	10
001-GDA-102 (T3 0-30CM)	7.0	0.28	20.0	4	24.0	7	65	80	28	10
001-GDA-103 (T4 30-60CM)	6.9	0.20	12.0	3	15.0	32	16	130	36	16

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLIVAR
DESARROLLO ECONOMICO PRODUCTIVO

Ing. Luis De Mora J.
Jefe de Laboratorio de Suelos
DEP- GADPB
Móvil: 0994491431

ANEXO 4. BASE DE DATOS DEL ENSAYO DE CHOCHO. TAGMA. 2015

Rep	FA	FB	DE.	PE.	DF	AP.	PA	NFRP	NVRP.	PFCRP	NVP.	NGV.	DC.	DEG	DPG.	RKg/P.	RKg/Ha.	PH.	PCS.	NS/Kg.	BA	ICP	BMT
1	1	1	7	92.31	86	184	5	37.33	12.67	66.06	74.50	5.20	201.00	8.17	10.70	3.53	2519.06	14	26.68	3483	3	3	1
1	1	2	8	94.78	86	198.5	6	46.00	16.33	64.50	74.67	5.60	200.00	8.30	10.30	3.73	2661.70	14	26.38	3492	4	4	2
1	1	3	8	89.84	88	184	6	39.00	14.33	63.26	76.20	5.50	199.00	8.23	9.77	3.98	2840.27	14	26.37	3520	4	4	2
1	1	4	8	87.36	87	187	5	38.00	13.33	64.92	75.00	5.40	202.00	8.33	9.60	3.73	2663.40	14	28.06	3511	5	2	2
1	2	1	8	89.84	91	96.33	3	24.00	8.67	63.88	28.67	5.10	181.00	7.17	9.33	1.53	1091.65	14	28.02	3492	1	5	1
1	2	2	9	95.60	91	141	3	31.33	12.67	59.56	36.00	5.00	175.00	8.20	9.27	1.88	1341.99	14	28.78	3454	1	3	2
1	2	3	8	97.53	89	138	4	24.67	10.67	56.75	38.00	5.60	181.00	8.17	9.50	1.53	1090.40	14	26.56	3500	1	2	3
1	2	4	9	86.54	91	127	4	28.67	12.33	56.99	33.64	5.40	177.00	8.00	9.97	1.70	1213.64	14	29.10	3500	1	3	2
2	1	1	8	91.76	88	182.5	5	44.46	13.33	70.02	82.68	5.50	202.00	7.97	9.37	3.88	2769.28	14	26.99	3500	4	2	2
2	1	2	7	96.15	86	184.5	5	46.67	14.62	68.67	68.33	5.50	203.00	8.77	9.63	4.18	2983.81	14	27.33	3480	3	4	2
2	1	3	8	90.93	88	185.7	5	46.00	13.67	70.28	71.67	5.30	205.00	8.07	9.93	3.28	2341.43	14	28.00	3552	4	3	2
2	1	4	9	94.23	88	176.8	5	40.67	14.00	65.58	80.68	5.40	205.00	8.00	10.37	3.68	2626.91	14	27.67	3558	4	2	1
2	2	1	9	92.58	91	118.5	4	24.67	11.33	54.07	34.33	5.00	183.00	7.80	9.00	1.83	1307.11	14	29.13	3449	1	2	2
2	2	2	8	95.88	91	139.5	4	35.33	10.33	70.76	43.67	5.50	176.00	8.40	9.93	1.88	1341.01	14	27.41	3603	1	4	1
2	2	3	9	81.04	92	137.5	4	34.00	14.33	57.85	32.33	4.90	185.00	7.93	8.77	1.88	1340.92	14	27.73	3509	1	2	1
2	2	4	8	90.66	91	130	4	26.25	12.00	54.29	34.68	5.40	175.00	7.83	9.23	1.88	1339.32	14	25.04	3489	1	3	2
3	1	1	8	96.15	87	181	5	39.33	17.00	56.78	74.40	5.40	201.00	8.17	9.30	3.93	2805.42	14	27.59	3516	3	3	1
3	1	2	8	95.33	86	185.5	5	44.67	13.33	70.16	88.68	5.40	205.00	7.90	10.00	3.43	2448.07	14	27.30	3518	3	3	2
3	1	3	9	92.31	89	184.5	6	36.00	14.67	59.25	78.37	5.30	200.00	7.90	9.33	3.73	2662.34	14	27.27	3470	5	2	3
3	1	4	8	91.76	89	184	5	40.67	15.33	62.31	69.80	5.30	202.00	7.83	9.67	3.53	2519.40	14	27.15	3483	4	2	2
3	2	1	8	90.93	91	120	5	31.00	15.00	51.61	36.74	5.20	183.00	6.93	8.30	1.83	1305.70	14	27.03	3600	1	2	2
3	2	2	9	81.32	91	146.7	6	33.00	13.33	59.61	39.33	5.50	188.00	7.67	9.63	1.88	1340.38	14	26.53	3471	2	3	2
3	2	3	8	85.99	92	141	5	33.00	12.33	62.64	40.33	5.60	185.00	8.07	9.30	1.53	1090.35	14	26.49	3517	1	2	1
3	2	4	9	87.36	90	123.7	6	27.00	13.67	49.37	37.68	5.10	177.00	8.35	9.17	1.96	1399.74	14	25.36	3534	1	3	3

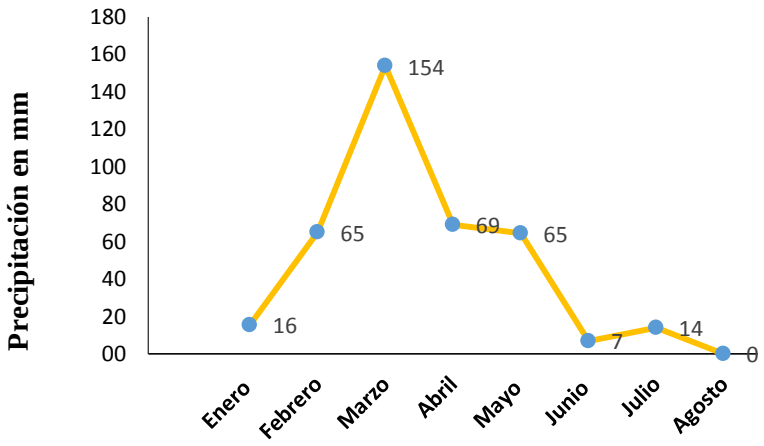
Código de las variables:

Rep.	Repeticiones
FA	Factor A (Sistemas de producción)
FB	Factor B (Fertilización química y orgánica)
DE	Días a la emergencia
PE	Porcentaje de emergencia de las plantas
DF	Días a la floración
AP	Altura de plantas
PA	Porcentaje de acame
NFRP	Número de flores por racimo principal
NVRP	Número de vainas por racimo principal
PFCRP	Porcentaje de flores caídas por racimo principal
NVP	Número de vainas por planta
NGV	Número de granos por vaina
DC	Días a la cosecha
DEG	Diámetro ecuatorial del grano
DPG	Diámetro polar del grano
RKg/P	Rendimiento en Kg/parcela
RKg/Ha	Rendimiento en Kg/hectárea
PH	Porcentaje de humedad
PCS	Peso de cien semillas
NSKg	Número de semillas por Kg
BA	Barrenador de ápice
ICP	Insecto comedor del polen
BMT	Barrenador menor del tallo

ANEXO 5. REGISTRO DE LA PRECIPITACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DE CHOCHO

Meses	**Precipitación $\bar{x}$ en mm**
Enero	15.5
Febrero	65
Marzo	153.8
Abril	69
Mayo	64.5
Junio	7
Julio	14
Agosto	0
$\sum$ =	388.7

Volumen de agua registrada mensualmente en (mm) durante ciclo del cultivo de chocho. Localidad de Tagma, 2015



Ciclo del cultivo de chocho del 26 de enero al 18 de Agosto.

ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DEL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ENSAYO

Toma de muestra del suelo



Trazado y surcado de las parcelas



Cálculo de fertilizantes en g



Siembra y tapado



Control de babosas





Toma de variable: Días a la emergencia



Control de plagas



Control de maleza



Evaluación del porcentaje de emergencia



Raleo



Aporque y fertilización



Control de plagas (Barrenador del ápice)





Control de enfermedades





Colocación de trampas



Registro de la variable: Días a la floración



Control de enfermedades





Conteo de flores por racimo principal





Evaluación de la variable: Altura de planta en cm.



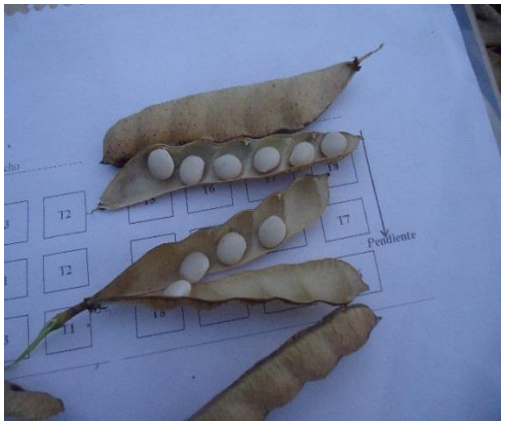
Visita del Tribunal de Tesis



Registro de la variable: Días a la Cosecha



Número de granos por vaina



Trilla y aventado por tratamiento y repetición.



Peso de semilla de chocho en Kg al 14% de humedad



Diámetro ecuatorial y polar del grano en mm



Peso de cien semillas en g y conteo de semillas/kg



ANEXO 7. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Análisis químico de suelo.- Es una actividad previa a la preparación del suelo. Sirve para determinar la cantidad de nutrientes que tiene el suelo disponible para las plantas.

Ecoabonaza.- Es un abono ecológico que se deriva de la pollinaza de las granjas de pollos de engorde de Pronaca, la cual es reposada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades.

Fertilización.- Tipo de sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Labranza convencional.- Involucra la inversión del suelo, normalmente con el arado de vertedera o el arado de discos como labranza primaria, seguida por labranzas secundarias con la rastra de discos.

Labranza mínima.- Práctica de manejo de suelo que consiste en arar lo menos posible.

Labranza cero.- Es una forma de cultivar sin arar. No se perturba el suelo y los campos retienen una buena cobertura de materia vegetal viva o en descomposición durante todo el año.

Rotación de cultivos.- La rotación de cultivos es una técnica consistente en no cultivar los mismos cultivos en el mismo lugar. Este tipo de técnica es muy habitual, por ejemplo, entre cereales y leguminosas.

Sistema de manejo.- Sistema integrado por los aspectos de suelo, cultivo, malezas, plagas y enfermedades, capaz de transformar la energía solar, agua, nutrientes, labores y otros insumos en alimentos, combustibles o fibras. El sistema de manejo equivale a un subsistema del sistema de explotación.

Sistema de producción.- Conjunto particular de actividades (sistema de manejo) desarrolladas para producir una serie definida de productos o beneficios.

Suelo.- Es un recurso natural renovable de importancia básica para la vida sobre la tierra. Es la fuente de vida de las plantas, animales y la especie humana.

Sistema.- Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

Componente.- Componente es aquello que forma parte de la composición de un todo. Se trata de elementos que, a través de algún tipo de asociación o contigüidad, dan lugar a un conjunto uniforme.

Abono orgánico.- El abono orgánico es un conjunto de materia orgánica que pasa por un proceso de descomposición o fermentación según sea el tipo de abono que se quiera preparar. Este proceso es de forma natural por la acción del agua, aire, sol y microorganismos. Existen muchos métodos para la preparación de este tipo de abonos.

Recurso natural.- Se conoce como recurso natural a cada bien y servicio que surge de la naturaleza de manera directa, es decir, sin necesidad de que intervenga el hombre. Estos recursos resultan de vital importancia para el desarrollo del ser humano, ya que brindan la posibilidad de obtener alimentos, producir energía y de subsistir a nivel general.

Mezcla forrajera.- Población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas, en la que al menos una es de hábito de vida perenne.

BPA.- Las buenas prácticas agrícolas son "prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios.

El umbral de daño económico.- Se define como la densidad a la cual deben iniciarse las medidas de control a fin de evitar el incremento de población de la plaga que alcance el nivel de daño económico.

El nivel de daño económico.- Se entiende como la densidad de la población de una plaga que causa una reducción en el valor del cultivo ya sea en rendimiento o en calidad que es mayor que el costo del tratamiento de control.

Interacción genotipo-ambiente.- El genotipo es el conjunto particular de genes que posee el individuo y el ambiente es el conjunto de todas las causas no genéticas que influyen en el valor fenotípico. El genotipo da un cierto valor al individuo, pero este valor se ve afectado por el ambiente, que produce un incremento positivo o negativo. Por ejemplo, la condición corporal de un animal dependerá en principio de su genotipo, pero según las condiciones ambientales de la nutrición.