

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y
ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L. var.
Alubia) EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA-
HUANCAVELICA (PERÚ).**



Presentado por:

MARÍA ANCÍN RÍPODAS (e)k

aurkeztua

INGENIERO AGRONOMO

NEKAZARITZA INGENIARITZA

Abril, 2011

RESUMEN

El frijol o judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos andinos que forma parte de la dieta básica de la población rural, principalmente en la sierra del Perú. A pesar de que el país cuenta con alimentos suficientes para su población, existe una falta de disponibilidad y acceso a ellos que hacen que uno de cada cuatro peruanos padezca hambre y malnutrición crónica. En el ámbito rural esa cifra supera el 40% (ENDES 2000).

En este sentido, con el presente Trabajo Fin de Carrera se estudia la fertilización en el cultivo de frijol utilizando diferentes tipos de fertilizantes, minerales y orgánicos, para comprobar cuáles producen los mejores rendimientos y llevan un menor coste asociado. Aspecto que en definitiva, se traduce en un mayor beneficio para el agricultor.

Los ensayos se han llevado a cabo en el distrito de San Juan de Castrovirreyna, región de Huancavelica. Se establecieron dos parcelas experimentales. La primera ubicada en la capital de distrito (San Juan de Castrovirreyna) en un terreno cedido por la ONGD Desco. La otra en la localidad de Quilca, en un terreno cedido por un agricultor local.

Se ha ensayado con la variedad Alubia, cuya introducción en la zona ha sido reciente, pero se han obtenido buenos rendimientos en vaina verde en campañas anteriores. En general, el cultivo se llevó a cabo entre los meses de agosto y noviembre.

El manejo del cultivo se realizó de forma similar a lo acostumbrado en la zona. Pero se llevó a cabo un seguimiento del cultivo en cuanto a plagas, enfermedades, condiciones climáticas, etc. A partir de estas observaciones se deciden los tratamientos fitosanitarios y riegos necesarios.

Al final del cultivo se realizó la cosecha para obtener el rendimiento y también se hicieron muestreos, tales como altura y peso fresco de planta, pero sobre todo los que incumben al rendimiento como peso fresco y seco de las vainas, longitud de vainas o peso de 100 granos.

Finalmente, los resultados obtenidos muestran que, estadísticamente, ninguno de los tratamientos presentó un rendimiento superior al resto, aunque sí se muestra una

tendencia de los fertilizantes químicos a conseguirlo, ya que en algunos parámetros de rendimiento como peso fresco y seco de vaina o longitud de vaina sí obtuvieron los mejores resultados.

A nivel económico los fertilizantes químicos y el testigo (sin fertilización) dieron lugar a los mayores beneficios, pero con ventaja ligera frente a los orgánicos, exceptuando los tratamientos en los que se aplicó biol, cuyo coste fue muy elevado, lo que dio lugar a beneficios mucho menores.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Pública de Navarra, por haberme dado la oportunidad de realizar el trabajo final de carrera en Perú con la beca de Formación Solidaria.
- A Luis Miguel Arregui, por haberme apoyado en todo momento desde la lejanía, por sus esfuerzos por comprender una realidad que no se entiende hasta que se vive y sobre todo por animarme cuando las cosas parecían ir mal.
- A la ONGD Descó, por dejarme trabajar con ellos. Gracias por haberme enseñado lo difícil que puede resultar trabajar en la cooperación pero la gran satisfacción que puedes llevarte cuando las cosas salen bien.
- A Willy Ruiz, por haberme orientado y ayudado a plantear y sacar adelante mi trabajo final de carrera.
- A Boni, por llevarme durante tantas y tantas horas interminables en furgoneta hasta San Juan. Gracias por tus historias, tu cariño y tu compañía.
- A Jacky, Milagros, Dalmiro, Walter, Edu, Ana Belén, Fredy y Jere, por vuestra amistad y los buenos momentos que pasamos juntos.
- A Iratxe, Cris, Aritz, Desi y Mónica, mis compañeros en este viaje, por hacer que esto fuera una experiencia inolvidable.
- A Ángela, por su alegría, su apoyo incondicional, cariño y amistad. Gracias por ser un ejemplo de altruismo y lucha por los demás.
- A la Universidad Nacional de Huancavelica, por cederme su laboratorio.
- A César, por su amistad y su apoyo, por los viajes en moto y por facilitarme la integración en San Juan.
- A todo el pueblo de San Juan, es especial a Eva, Aidé y Gladis, por dejarme conocerlos, entender su realidad e integrarme en sus vidas como una más.
- A Epi, Rufo y Ramón, por ayudarme a sacar adelante el cultivo, por enseñarme a sembrar, fumigar, regar,... por convertirme en una agricultora.
- A “Peluchín”, por su ayuda en todo momento, su amistad y sobre todo su alegría que hace que los malos momentos se vean menos malos.
- A Ale y Crescencia, por su cariño, su cercanía y por enseñarme que la vida del agricultor puede ser muy dura pero a la vez bonita. Por demostrarme que se puede ser feliz con muy poco.

Gracias a todos.

ÍNDICE**Página**

RESUMEN	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>ANTECEDENTES</u>	3
2.1 EL DISTRITO DE SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	3
2.1.1 Ubicación	3
2.1.2 Superficie y orografía	5
2.1.3 Capacidad de uso del suelo	6
2.1.4 Actividad agrícola	6
2.1.5 Infraestructura productiva	11
2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL	12
2.2.1 Cultivo de frijol en el mundo	12
2.2.2 Cultivo de frijol en Perú	13
2.2.3 Cultivo de frijol en Huancavelica	14
2.2.4 Cultivo de frijol en San Juan de Castrovirreyna	15
2.3 TAXONOMÍA Y ORIGEN DEL FRIJOL	16
2.4 MORFOLOGÍA DEL FRIJOL	17
2.4.1 Sistema radicular	17

2.4.2	Parte aérea	17
2.4.2.1	Tallo.....	17
2.4.2.2	Ramas.....	18
2.4.2.3	Hojas.....	18
2.4.2.4	Flor e inflorescencia.....	19
2.4.2.5	Fruto.....	19
2.4.2.6	Semilla.....	19
2.5	CICLO VEGETATIVO Y FENOLOGIA DEL FRIJOL	21
2.6	FERTILIZACIÓN EN FRIJOL	24
2.6.1	Nitrógeno, fósforo y potasio	24
2.6.2	Otros elementos	25
2.6.3	Cantidades extraídas	25
2.6.4	Cantidades a aportar	26
2.6.5	Tipos de abonado	27
2.6.5.1	Fertilización mineral.....	27
2.6.5.2	Fertilización orgánica.....	27
2.7	INFLUENCIAS AGROAMBIENTALES EN EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRIJOL	29
2.7.1	Agua	29
2.7.2	Suelo	29
2.7.3	Clima	30
2.8	MALAS HIERBAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES	32
2.8.1	Malas hierbas	32
2.8.2	Plagas	32
2.8.3	Enfermedades	34
2.8.3.1	Criptogámicas.....	34
2.8.3.2	Bacteriosis.....	36
2.8.3.3	Virosis.....	37

2.9 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN.....	38
2.9.1 Preparación del suelo.....	38
2.9.2 Deshierbos.....	38
2.9.3 Siembra.....	39
2.9.4 Fertilización.....	39
2.9.5 Aporque.....	40
2.9.6 Riego.....	40
2.9.7 Recolección de frijol en vainas verdes.....	41
2.10 CONTENIDO NUTRICIONAL Y USOS.....	42
3. <u>OBJETIVOS</u>.....	43
4. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>.....	44
4.1 LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	44
4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	46
4.2.1 San Juan de Castrovirreyna.....	47
4.2.2 Quilca.....	51
4.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS DE LA ZONA..	54
4.3.1 Climatología.....	54
4.3.2 Análisis de suelo.....	55
4.4 MATERIAL VEGETAL.....	57
4.5 CALENDARIO DE CULTIVO.....	59
4.6 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN.....	60
4.6.1 Preparación del suelo.....	60
4.6.2 Siembra.....	60
4.6.3 Abonado.....	61
4.6.4 Aporque.....	61
4.6.5 Riego.....	62
4.6.6 Tratamientos fitosanitarios.....	63

4.6.7 Cosecha	64
4.7 TOMA DE MUESTRAS	65
4.8 TRATMIENTOS ESTADÍSTICOS	66
5. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	67
5.1 ENSAYO EN SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	67
5.1.1 Parámetros de crecimiento	67
5.1.1.1 Altura de planta.....	67
5.1.1.2 Peso fresco por planta.....	68
5.1.2 Parámetros de rendimiento	68
5.1.2.1 Longitud de vaina.....	68
5.1.2.2 Peso de 100 granos.....	70
5.1.2.3 Peso fresco por vaina.....	71
5.1.2.4 Peso seco por vaina.....	72
5.1.2.5 Rendimiento en vaina verde.....	74
5.2 ENSAYO EN QUILCA	76
5.3 DISCUSIÓN CONJUNTA	78
5.4 ESTUDIO DE COSTES	82
6. <u>CONCLUSIONES</u>	85
7. <u>PAUTAS PARA FUTUROS ENSAYOS</u>	86
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	87
9. <u>ANEJOS</u>	92
9.1 DESCRIPCIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LA ZONA	92
9.1.1 Población	92
9.1.2 Educación	92

9.1.3	Salud.....	92
9.1.4	Vivienda y servicios básicos.....	93
9.1.5	Gobierno local.....	93
9.1.6	Organizaciones sociales de base.....	93
9.2	CROQUIS DE LOS ENSAYOS.....	94
9.2.1	San Juan de Castrovirreyna.....	94
9.2.2	Quilca.....	95
9.3	ANÁLISIS DE SUELOS.....	96
9.3.1	San Juan de Castrovirreyna.....	96
9.3.2	Quilca.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
➤ <u>Tabla 1</u> : Uso de suelos en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.....	6
➤ <u>Tabla 2</u> : Unidades agropecuarias por destino de la mayor parte de la producción en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.....	7
➤ <u>Tabla 3</u> : Número y superficie de las unidades agropecuarias en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.....	7
➤ <u>Tabla 4</u> : Superficie cosechada, producción y rendimiento de los principales cultivos del distrito de San Juan de Castrovirreyna.....	8
➤ <u>Tabla 5</u> : Razones por las que los agricultores deciden sembrar los cultivos. Provincia de Castrovirreyna.....	8
➤ <u>Tabla 6</u> : Causas y problemas del desarrollo agrícola en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.....	9
➤ <u>Tabla 7</u> : Área cultivada, rendimiento y producción de frijol en verde en los principales países productores de América del Sur. 2009.....	13
➤ <u>Tabla 8</u> : Producción de frijol (tm) en la región Huancavelica y sus provincias.....	14
➤ <u>Tabla 9</u> : Cantidades de nutrientes extraídas por la planta de frijol.....	26
➤ <u>Tabla 10</u> : Plagas más importantes del frijol.....	33
➤ <u>Tabla 11</u> : Enfermedades causadas por hongos en frijol.....	35-36
➤ <u>Tabla 12</u> : Marcos de siembra.....	39
➤ <u>Tabla 13</u> : Composición aproximada de frijol Alubia en grano crudo.....	42
➤ <u>Tabla 14</u> : Fertilizantes utilizados y su composición.....	46
➤ <u>Tabla 15</u> : Tratamientos ensayados en la parcela de San Juan de Castrovirreyna.....	48
➤ <u>Tabla 16</u> : Cantidades y momentos de aplicación de los tratamientos en San Juan de Castrovirreyna.....	50
➤ <u>Tabla 17</u> : Tratamientos ensayados en la parcela de Quilca.....	52
➤ <u>Tabla 18</u> : Cantidades y momentos de aplicación de los tratamientos en Quilca.....	53
➤ <u>Tabla 19</u> : Resultados de los análisis de suelos.....	56
➤ <u>Tabla 20</u> : Características de la variedad Alubia.....	58
➤ <u>Tabla 21</u> : Calendario de cultivo de la parcela de San Juan de Castrovirreyna.....	59
➤ <u>Tabla 22</u> : Calendario de cultivo de la parcela de Quilca.....	59
➤ <u>Tabla 23</u> : Tratamientos fitosanitarios aplicados en San Juan de Castrovirreyna.....	63
➤ <u>Tabla 24</u> : Tratamientos fitosanitarios aplicados en Quilca.....	64
➤ <u>Tabla 25</u> : Muestreos realizados.....	65
➤ <u>Tabla 26</u> : Precio de los fertilizantes utilizados (Soles).....	82
➤ <u>Tabla 27</u> : Gastos, ingresos y beneficios (Soles ha ⁻¹) asociados a cada tratamiento.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
➤ <u>Figura 1</u> : Ubicación de Perú y Huancavelica.....	3
➤ <u>Figura 2</u> : Ubicación de Castrovirreyna y San Juan de Castrovirreyna.....	4
➤ <u>Figura 3</u> : Área cosechada, rendimiento y producción mundial de frijol en verde.....	12
➤ <u>Figura 4</u> : Área cosechada, rendimiento y producción de frijol en verde en América del Sur.....	13
➤ <u>Figura 5</u> : Área cosechada, rendimiento y producción de frijol en verde en Perú.....	14
➤ <u>Figura 6</u> : Etapas de desarrollo de la planta de frijol.....	21
➤ <u>Figura 7</u> : Plagas del frijol.....	34
➤ <u>Figura 8</u> : Síntomas de enfermedades en el frijol causadas por hongos.....	36
➤ <u>Figura 9</u> : Síntomas de enfermedades en el frijol causadas por bacterias y virus.....	37
➤ <u>Figura 10</u> : Arado y surcado del terreno con tracción animal.....	38
➤ <u>Figura 11</u> : San Juan de Castrovirreyna.....	44
➤ <u>Figura 12</u> : Vivienda de los agricultores con los que se hizo el ensayo de Quilca.....	45
➤ <u>Figura 13</u> : Gráfico de precipitación y humedad relativa. Promedio histórico 1964-2002. Estación San Juan de Castrovirreyna.....	54
➤ <u>Figura 14</u> : Gráfico de temperatura. Promedio histórico 1964-2002. Estación de San Juan de Castrovirreyna.....	55
➤ <u>Figura 15</u> : Surcado del terreno.....	60
➤ <u>Figura 16</u> : Tratamiento de la semilla previo a la siembra.....	61
➤ <u>Figura 17</u> : Aporque.....	62
➤ <u>Figura 18</u> : Calendario de riegos.....	63
➤ <u>Figura 19</u> : Altura de planta (cm) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	67
➤ <u>Figura 20</u> : Peso fresco por planta (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	68
➤ <u>Figura 21</u> : Longitud de la vaina (cm) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	69
➤ <u>Figura 22</u> : Longitud de las vainas (cm) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	70
➤ <u>Figura 23</u> : Peso de 100 granos (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	70
➤ <u>Figura 24</u> : Peso fresco por vaina (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....	71

- Figura 25: Peso fresco por vaina (g) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....72
- Figura 26: Peso seco por vaina (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....73
- Figura 27: Peso seco por vaina (g) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....73
- Figura 28: Rendimiento (kg/ha) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....74
- Figura 29: Rendimiento (kg/ha) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo de San Juan de Castrovirreyna.....75
- Figura 30: Síntomas problema del ensayo de Quilca.....76
- Figura 31: Rendimiento (kg/ha) por tratamiento en el ensayo de Quilca.....77

1.- INTRODUCCIÓN

El frijol o judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) representa desde épocas precolombinas una de las principales fuentes alimenticias en Latinoamérica. Concretamente en Perú, el frijol tiene gran importancia en la cesta básica familiar por su alto contenido en proteínas, carbohidratos y minerales (Castañeda, 2000).

Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo casi olvidado y asediado por muchos problemas que hacen que disminuyan sus rendimientos, además, el cultivo crece a menudo en condiciones de agricultura de subsistencia. Pero, recientemente se le ha dado más atención por parte de la CIAT¹, programas nacionales de frijoles, compañías privadas de semillas y organizaciones agroquímicas, lo que está empezando a tener un impacto positivo en la producción de frijol en diferentes regiones del mundo. En parte, esto es debido a la mejora de variedades y su aceptación por los agricultores, lo que finalmente deriva en estrategias de gestión ambiental y de plagas, más efectivas (Graham y Ranilli, 1997).

Se trata de un producto con amplia relevancia social en estratos de bajos ingresos, y de trascendencia económica para quienes lo cultivan (Reyes, 2008). Este aspecto se pone de manifiesto en Perú, donde el IDH² del país es 0,723 (puesto 63 de 169 países), pero la región de Huancavelica, zona donde se ha llevado a cabo el trabajo, se considera la más pobre del país, con un dato de pobreza extrema del 68,7%. Además la población ocupada en la agricultura supone un 77,5%, por tanto se comprueba que pobreza y ámbito rural están muy ligados (PNUD, 2010).

En este sentido, se ha llevado a cabo un ensayo con diferentes tipos de fertilizantes en el cultivo de frijol. El interés de estudiar la fertilización y no otro de los factores que puedan influir en el cultivo, está en su relevancia para los agricultores, ya que supone un coste importante en el proceso productivo y esa inversión muchas veces no se rentabiliza por la falta de rendimiento obtenido. Esto es debido a que carecen de una base técnica.

Por tanto, con los resultados del presente trabajo, se pretende producir una mejora en el cultivo de frijol, que lleve a los agricultores a aumentar sus ingresos.

¹ CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical

² IDH: Índice de Desarrollo Humano

Esto se conseguirá de dos formas. Por un lado, ensayando diferentes tipos de fertilizantes, tanto químicos como orgánicos, para identificar los que producen mejores resultados en la zona, es decir, los mejores rendimientos. Por otro lado, al ensayar fertilizantes orgánicos, cuyo precio es más bajo, supondría un ahorro para el productor. Pero al mismo tiempo, el uso de fertilizantes orgánicos, no tendrá únicamente un impacto sobre los beneficios, sino también sobre el medio ambiente.

En definitiva, encontrar el fertilizante más adecuado, o una combinación de ellos nos llevará a lograr beneficios ambientales, económicos y productivos para la zona.

2. ANTECEDENTES

2.1 EL DISTRITO DE SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA

2.1.1 UBICACIÓN

El presente Trabajo Fin de Carrera ha sido desarrollado en Perú. Más concretamente, dentro de la región de Huancavelica, que está ubicada en la cadena occidental y sierra central del país, enclavada en las altas montañas, entre las regiones de Lima, Ica, Ayacucho y Junín (Figura 1).

A su vez, la región de Huancavelica está dividida en 7 provincias, una de las cuales recibe el nombre de Castrovirreyna, y es en ella donde se ubica el distrito de San Juan de Castrovirreyna, lugar en el que se ha llevado a cabo el trabajo (Figura 2).

Geográficamente, el distrito está ubicado en las estribaciones de la cordillera occidental, en la cuenca del río San Juan, la cual pertenece a la vertiente del pacífico. Comprende dos regiones naturales: la Yunga y la Quechua.



Figura 1: Ubicación de Perú y Huancavelica

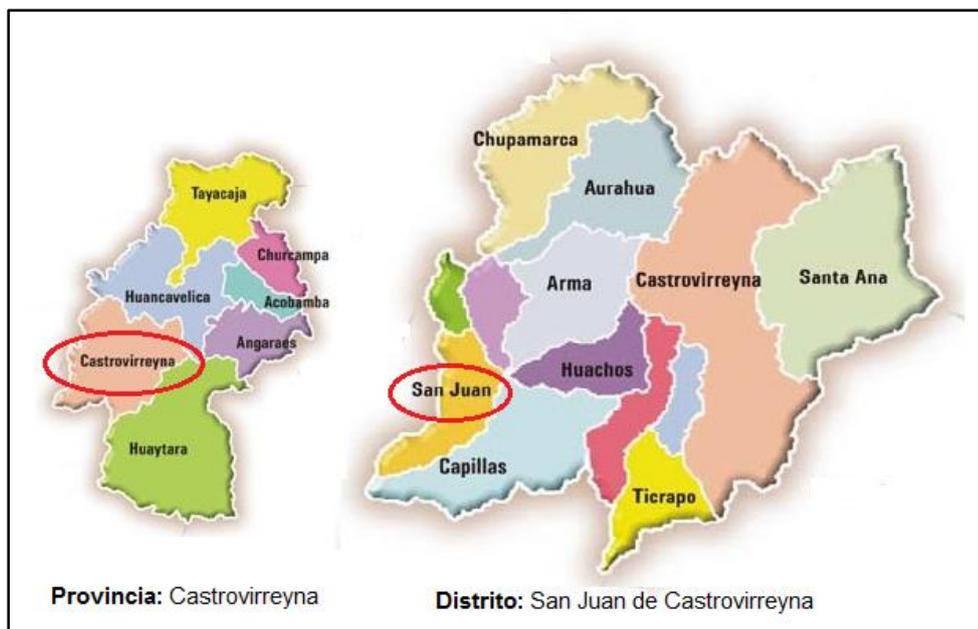


Figura 2: Ubicación de Castrovirreyna y San Juan de Castrovirreyna

Este distrito fue creado en 1942 y se encuentra a una altitud de 1917 m. La capital del distrito recibe el nombre homónimo, San Juan de Castrovirreyna.

Los límites del distrito son los siguientes:

- Este: distritos de Tantará y Huacho (provincia de Castrovirreyna).
- Oeste: distrito de San Juan de Yánac (provincia de Chíncha).
- Norte: distrito de Huamatambo (provincia de Castrovirreyna).
- Sur: distritos de Alto Larán y San Juan de Yánac (provincia de Chíncha)

Su principal vía de acceso es el camino afirmado que parte de la ciudad de Chíncha, llega a San Juan y un ramal continúa al norte para vincularse con los distritos de Tantará y Aurahua, hasta llegar a Castrovirreyna. El transporte se efectúa en pequeños buses y camiones mixtos que llevan carga y pasajeros. Pero también existe otro acceso desde Huancavelica, pasando por el distrito de Arma. Sin embargo no hay transporte público por esta vía.

Las condiciones socio-económicas de la zona se especifican en el Anejo 8.1.

2.1.2 SUPERFICIE Y OROGRAFÍA

La extensión territorial del distrito es de 207,25 km². Su morfología es muy compleja debido a que su territorio está atravesado por parte de las cordillera central y occidental, formando profundas quebradas, macizos, altiplanicies, llanuras y valles longitudinales y transversales.

Debido a esta gran variabilidad que presentan los terrenos agrícolas en los Andes ha sido necesario realizar una zonificación de los ecosistemas para poder reconocer esas diferencias. Pulgar Vidal (1987) definió y describió la existencia de ocho regiones naturales en el Perú, basada en la ubicación geográfica y la vegetación indicadora natural. A esta clasificación Tapia (1994) ha añadido las variables agronómicas.

La zonificación agroecológica permite explicar mejor porqué existen las variaciones en el uso de la tierra, incluso dentro de una misma comunidad y aclarar las diferencias en producción y productividad de los diversos cultivos andinos.

Las diferentes zonas agroecológicas altoandinas son:

- Yunga: marítima y fluvial
- Quechua: árida, semiárida y semihúmeda
- Suni
- Puna: seca y semihúmeda
- Janka

El distrito de San Juan de Castrovirreyña comprende dos de estas zonas agroecológicas. Por un lado, la región Yunga marítima (500 a 2300 m.), formada por quebradas y estrechas gargantas, cuyas vertientes son escarpadas y en cuyo fondo discurre el río. Por otro lado está la región Quechua (2300 a 3500 m.), que por sus características morfológicas y edafológicas, tiene mejores condiciones productivas, tanto para la agricultura como para la ganadería.

Las fuertes precipitaciones estacionales de la cuenca, en combinación con el relieve escarpado y las pronunciadas pendientes, además de la falta de vegetación de protección, generan uno de los fenómenos frecuentes en la zona: las inundaciones, que significan destrucción de tierras agrícolas y el arrastre hacia las zonas bajas de los suelos cultivables, dejando cascajales o arenales, aptos sólo para labores de forestación (DESCO, 2009).

2.1.3 CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

De las 20.725 hectáreas de extensión que tiene el distrito, sólo un 2,8% constituyen la superficie agrícola. Este valor tan bajo es debido a las características morfológicas, ya explicadas en el apartado anterior, y a sus características edafológicas. En este sentido, hay que tener en cuenta que la potencialidad productiva de sus suelos se pierde progresivamente debido a las frecuentes escorrentías (por las altas pendientes), el mal manejo del agua de riego (riego por gravedad) y a la falta de prácticas de conservación de suelos.

El área productiva del distrito, 9.508,8 hectáreas (área agrícola más pastos naturales) es manejada por 288 unidades agropecuarias. Hay que tener en cuenta que la unidad agropecuaria se define como todo terreno o conjunto de terrenos utilizados total o parcialmente para la producción agropecuaria, conducida por un productor agropecuario, sea cual sea su tamaño, régimen de tenencia o condición jurídica.

En la Tabla 1 se muestra el uso de los suelos en el distrito.

Tabla 1: Uso de los suelos en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.

Agrícola	582,33 ha	Bajo riego	496,11 Ha		
		Secano	86,22 Ha		
No agrícola	8926,17 Ha	Pastos naturales	8656,47 Ha	Manejados	39,34 Ha
				No manejados	8617,13 Ha
		Otros	270 Ha		

FUENTE: Desco, 2009.

2.1.4 ACTIVIDAD AGRÍCOLA

La agricultura, conjuntamente con la ganadería, constituye la principal actividad productiva del distrito. Esta actividad se realiza mayormente en las delgadas franjas de la cuenca del río San Juan.

La mayor parte de la producción agrícola distrital, como se observa en la Tabla 2, es de doble uso: autoconsumo y comercialización.

Tabla 2: Unidades agropecuarias por destino de la mayor parte de la producción en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.

	Venta en la unidad agropecuaria	Venta en el mercado	Consumo en la unidad agropecuaria	Venta para semilla	Total
Todos los cultivos	4	33	148	-	181
Frijol	-	17	12	-	29

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) - III Censo Nacional Agropecuario 1994.

Su rendimiento y productividad es baja, debido a varias limitaciones:

- Baja fertilidad de los suelos, debido a un mal manejo y a la erosión hídrica de los mismos por las fuertes pendientes y el riego por gravedad.
- Atomización de las parcelas de uso particular, lo que impide el desarrollo de una agricultura intensiva y tecnificada. El 70% de los agricultores manejan propiedades de 1 a 3 hectáreas, como se puede comprobar en la Tabla 3.
- Bajos niveles de tecnificación, debidos a los escasos recursos económicos de los agricultores y a su bajo nivel de conocimientos técnicos.
- Las bajas temperaturas en los anexos de las partes altas, que ocurren principalmente de mayo a julio, lo que ocasiona disminución y/o pérdida de los cultivos.

Tabla 3: Número y superficie de las unidades agropecuarias en el distrito de San Juan de Castrovirreyna.

	< 0,5 Ha	0,5-4,9 Ha	5-19,9 Ha	> 20 Ha	Total
Total	10	156	15	-	181
Frijol	1	23	5	-	29

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) - III Censo Nacional Agropecuario 1994.

En San Juan se producen una gran variedad de cultivos. En la Tabla 4 se especifica cuáles son los más importantes, así como la superficie cosechada, producción y rendimiento.

Tabla 4: Superficie cosechada, producción y rendimiento de los principales cultivos del distrito de San Juan de Castrovirreyna.

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Alfalfa	161	5089	31,61
Maíz amiláceo	60	81	9
Frijol (seco)	22	22	1
Papa	20	50	2,5
Haba	10	11	1,1

FUENTE: Estadísticas Agrarias de Huancavelica 2004. Oficina de Información Agraria.

Además de estos cultivos, se pueden encontrar muchos más como el trigo, cebada, guisantes y todo tipo de verduras y hortalizas. También se cultivan frutales, destacando aguacate, higuera y manzano.

En la zona no se sigue ningún calendario de rotaciones fijo. En la Tabla 5 se especifican las razones que llevan a los agricultores a sembrar un cultivo determinado:

Tabla 5: Razones por las que los agricultores deciden sembrar los cultivos. Provincia de Castrovirreyna.

Razones	%
Costumbre, siempre el mismo cultivo	64,8
Cultivos de poco gasto	14,1
Cultivo poco exigente en riegos	5,5
Cultivos con mercado asegurado	1,3
Cultivos con menor periodo vegetativo	0,8
Según el precio de la campaña anterior	0,5
Recomendaciones técnicas	0,1
Otras	12,9

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)-Censo Nacional Agropecuario 1994.

La actividad agrícola en el distrito de San Juan tiene algunas dificultades que entranpan su desarrollo, a pesar de las óptimas condiciones naturales que posee la zona. La Tabla 6 resume los principales problemas y sus causas.

Tabla 6: Causas y problemas del desarrollo agrícola en el distrito de San Juan de Castrovirreyña.

Problemas	Causas
Riego por gravedad y poca capacidad de gestión del agua por parte de la población	<ul style="list-style-type: none"> - Escaso conocimiento y manejo técnico-productivo - Debilidad organizacional asociativa, que no permite mejorar sus canales y/o gestionar apoyo de instituciones - Falta de visión del gobierno local para priorizar obras productivas - Poca asistencia técnica del gobierno central
Mal manejo de los recursos suelo y agua	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de tecnologías tradicionales para la conservación y el manejo de los suelos - Poca presencia de instituciones que brinden asistencia técnica
Presencia de malezas que limitan el desarrollo de las plantas y disminuye los rendimientos	<ul style="list-style-type: none"> - El mal manejo de los cultivos - El traslado y la diseminación de semillas por diversos agentes (agua, viento, semillas contaminadas, etc.)
Conformismo e individualismo por parte de los productores y falta de interés para fortalecer capacidades locales y plantear propuestas que solucionen los problemas del sector agrícola	<ul style="list-style-type: none"> - Los programas asistenciales de parte del gobierno central, que han acostumbrado a los productores a no resolver sus problemas y con sus recursos
Baja producción y rendimiento de los cultivos de la zona, que limita una producción competitiva para los mercados	<ul style="list-style-type: none"> - El inadecuado manejo de los cultivos - La presencia de enfermedades, plagas y heladas - Falta de tecnología adecuada - Falta de asesoramiento técnico por parte de las instituciones públicas y privadas
Debilidad en la organización comunal y organizaciones de base	<ul style="list-style-type: none"> - La inexistencia de líderes con visión de futuro y comprometidos con el desarrollo de su localidad - Secuelas de la violencia política - Conflictos por la posesión y demarcación de tierras - Inexistencia de instituciones que acompañen en la resolución de conflictos
Bajos precios de los productos agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> - Baja calidad de sus productos - Deficiente sistema de comercialización que favorece a los intermediarios

FUENTE: Talleres de Diagnóstico Situacionales (DESCO)

A pesar de todos estos problemas y limitaciones, el distrito tiene un gran potencial agrícola. Las principales causas son:

- una ubicación estratégica en la parte media de la cuenca y del corredor económico del río San Juan.
- presencia de dos zonas agro ecológicas (la Yunga y la Quechua).
- disposición permanente del recurso hídrico.
- variedad climática y humedad favorable.

Estos factores naturales, que le confieren un potencial a la actividad agrícola, no tendrán un efecto positivo si los agricultores del distrito no cambian formas productivas y concepciones de trabajo que no coinciden con el potencial de sus recursos, ni mucho menos con las tendencias y exigencias de las demandas de productos agrícolas en el mercado regional, nacional e internacional.

Por ello, la reconversión productiva de su actividad agrícola debe considerar:

- modernizarse con técnicas de uso y conservación de suelos y agua.
- cultivos estratégicos, que además de guardar correspondencia con la vocación y aptitud productiva de sus suelos, cuenten con precios y demanda asegurada en los mercados.

En este sentido, por las características de su suelo y disponibilidad hídrica durante todo el año, y tomando en cuenta la poca extensión agrícola que poseen, el manejo de una amplia variedad de cultivos es una interesante alternativa por la demanda asegurada en el mercado regional (Chincha, Ica, Cañete), cuya cercanía geográfica constituye una ventaja competitiva respecto a los productores del centro del país (Huancayo, Jauja y Tarma), quienes actualmente lo abastecen. Esa ventaja se plasmará siempre y cuando logren calidad de productos, rendimiento y productividad. La temporalidad, asimismo, es otra ventaja comparativa.

A esto se sumaría la producción de paltas y otros frutales (lúcuma, chirimoya, membrillo) y tubérculos (como el yacón) que tienen demanda asegurada en el mercado nacional e internacional. En este caso, el distrito también goza de excelentes condiciones naturales para su producción (DESCO, 2009).

2.1.5 INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA

En cuanto a la infraestructura de irrigación, el distrito está dotado de 15 canales de riego, que en su totalidad son acequias (DESCO, 2009).

A pesar de su existencia, esta infraestructura no está muy desarrollada, por este motivo, el agua, aunque no escasea, no es aprovechada oportuna ni adecuadamente por los agricultores. Existen dos problemas que dificultan su desarrollo: las características edafo-morfológicas de la zona que dificultan la construcción de estos canales y su mantenimiento; y el problema de la dispersión de las explotaciones, que obliga a recorrer grandes distancias para conducir y trasladar pequeños volúmenes de agua que benefician a áreas reducidas de terreno agrícola.

A pesar de que la principal fuente de recursos hídricos en el distrito de San Juan es el río, también se hace uso de varias fuentes de recurso hídrico para el riego de su área agrícola, como pozos, manantiales, lagos, lagunas,...

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL

2.2.1 CULTIVO DE FRIJOL EN EL MUNDO

La evolución del cultivo de frijol en verde (judía verde) a escala mundial aparece en la Figura 3.

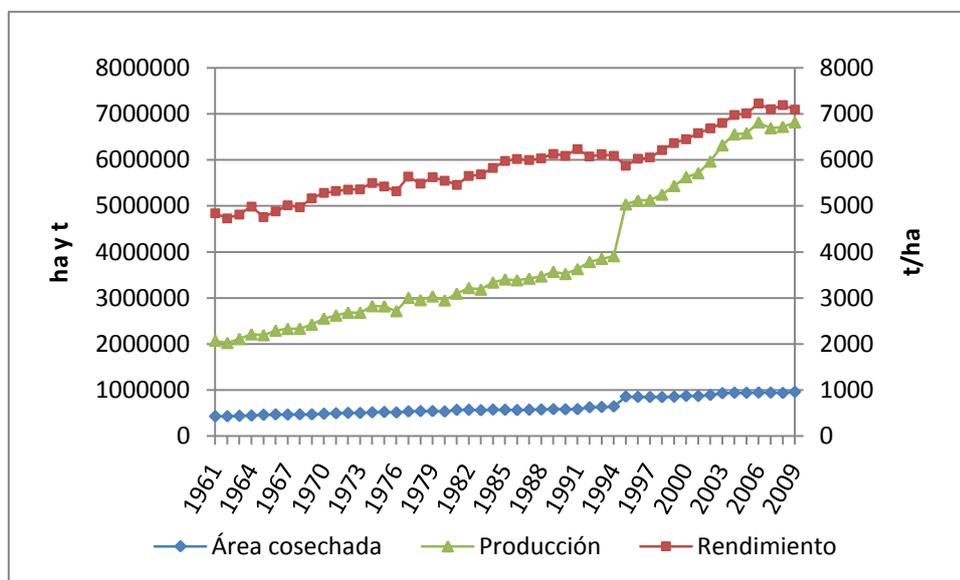


Figura 3: Área cosechada, rendimiento y producción mundial de frijol en verde.

FUENTE: F.A.O. (www.fao.org/corp/statistics/es)

Como se puede ver en la Figura 3, tanto la superficie como la producción y el rendimiento han ido aumentando progresivamente a lo largo de los años. En 50 años se ha logrado incrementar los rendimientos en más de 2.000 toneladas por hectárea.

La situación del cultivo de frijol en verde en América del Sur es la que se puede observar en la Figura 4.

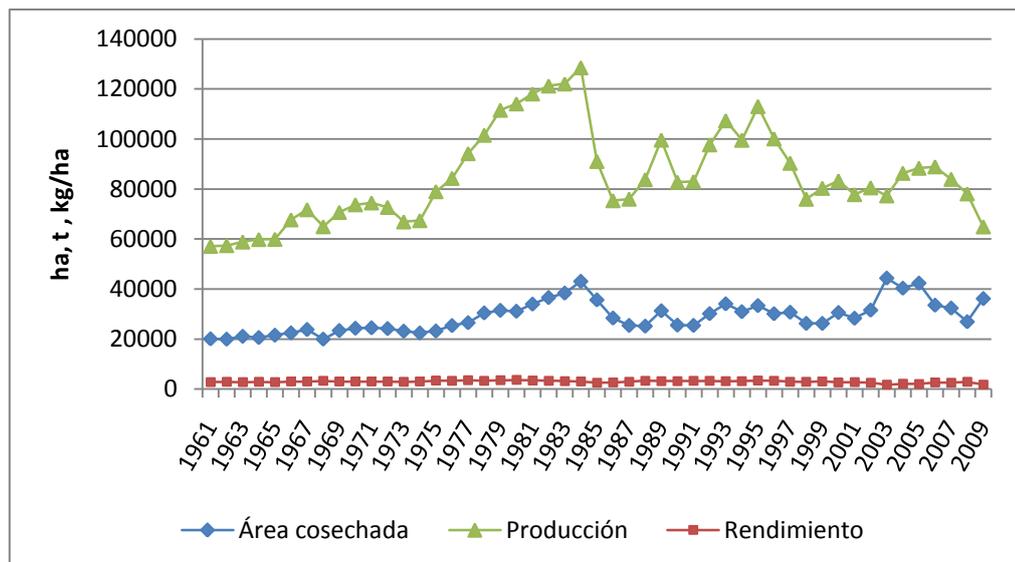


Figura 4: Área cosechada, rendimiento y producción de frijol en verde en América del Sur.
FUENTE: F.A.O. (<http://www.fao.org/corp/statistics/es/>).

A continuación se destacan los principales países productores de América del Sur en la Tabla 7. Se puede comprobar que Perú ocupa un tercer lugar en cuanto a producción y área cultivada, pero queda en un quinto puesto en lo que a rendimiento se refiere.

Tabla 7: Área cultivada, rendimiento y producción de frijol en verde en los principales países productores de América del Sur. 2009.

País	Área cultivada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Argentina	700	4.200	6.000
Chile	2.838	34.500	12.156,4
Ecuador	17.308	13.696	791,3
Guyana	570	4.569	8.015,7
Perú	4.500	14.000	3.111,1
Uruguay	420	1.470	3.500

FUENTE: F.A.O. (<http://www.fao.org/corp/statistics/es/>).

2.2.2 CULTIVO DE FRIJOL EN PERÚ

En la Figura 5 se puede observar la evolución del cultivo de frijol en verde dentro del país. Se observa que se han producido más altibajos en comparación con la tendencia del continente, pero lo más destacable es que en los últimos años se ha

conseguido mejorar los rendimientos aunque las producciones y la superficie hayan disminuido.

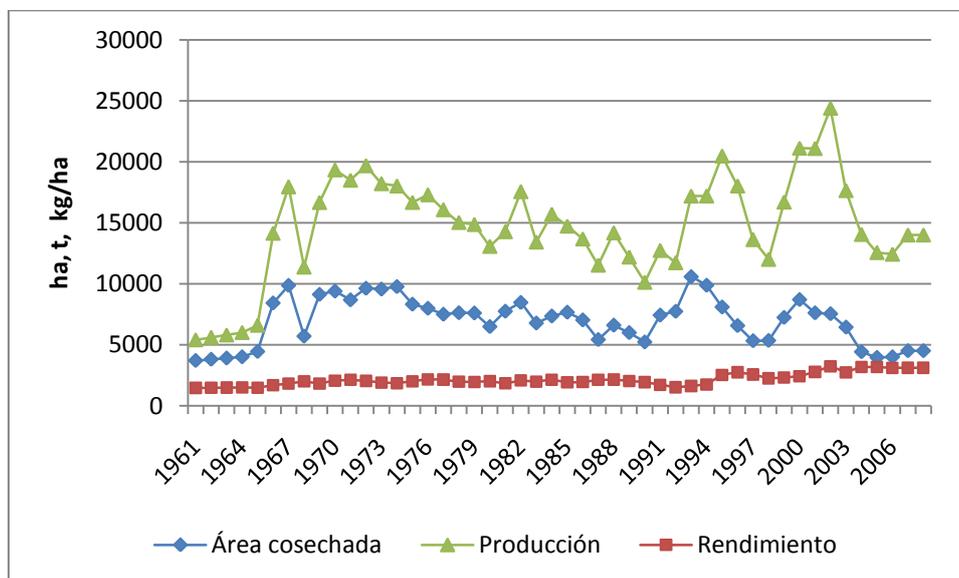


Figura 5: Área cosechada, rendimiento y producción de frijol en verde en Perú.

FUENTE: F.A.O. (<http://www.fao.org/corp/statistics/es/>)

2.2.3 CULTIVO DE FRIJOL EN HUANCVELICA

En la Tabla 8 se ha representado la producción de frijol (grano seco y verde) para la región de Huancavelica y sus provincias.

Tabla 8: Producción de frijol (tm) en la región Huancavelica y sus provincias.

		2007	2008	2009(*)
Región	Huancavelica	3102,2	3712,4	3291,9
Provincias	Huancavelica	2	11,5	10
	Acobamba	269	206,7	142,2
	Angares	5	6,5	3
	Churcampa	323	285,9	89
	Castrovirreyna	42	29,8	37,1
	Huaytará	15	8,9	8,6
	Tayacaja	2416,2	3163,2	3002

(*)Los datos de 2009 corresponden hasta el mes de julio

FUENTE: Dirección Regional Agraria – Huancavelica / Compendio Estadístico Agrario 1995 - 2009

Como se puede observar, según las cifras de los últimos años, la producción regional supera las 3000 tm.

En cuanto a las provincias, se comprueba claramente que Tayacaja acapara la mayor parte de la producción. Castrovirreyna tiene una producción bastante más baja. Sin embargo, estos datos variarían al hablar de producción en verde exclusivamente.

2.2.4 CULTIVO DE FRIJOL EN SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA

El frijol, en San Juan de Castrovirreyna, es un cultivo con gran vocación productiva por parte de los agricultores. Su producción en seco ya está muy arraigada en la zona. Según las Estadísticas Agrarias de Huancavelica 2004, el distrito cuenta con una superficie cosechada de frijol de 22 ha, con un rendimiento de 1 t/ha, dando lugar a una producción de 22 toneladas.

Sin embargo, la producción en verde es más reciente y no se cuenta con datos estadísticos hasta la fecha. Según sondeos realizados en la zona, el rendimiento medio de del frijol Alubia en verde es de 3,5 t/ha.

2.3 TAXONOMÍA Y ORIGEN DEL FRIJOL

La judía verde es una planta anual, cuyo nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. Sin embargo, en América, donde es originaria, se conoce con el nombre de “frijol” o “frejol”. Por este motivo, al haber realizado el presente trabajo en América, hablaremos de frijol, teniendo en cuenta que es lo mismo que la judía verde.

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- Clase: Dicotyledóneas
- Orden: Fabales
- Familia: Leguminosas
- Subfamilia: Papilionoideas
- Tribu: Phaseoleas
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris*

Los estudios arqueológicos revelan que el frijol se origina en el continente americano. Según Paredes et al., (2006), aún se trabaja para determinar con exactitud el origen y el proceso de domesticación que incluye a tres regiones principales: 1) sur de los Andes, que va desde el sur de Perú hasta San Luis, Argentina; 2) norte de los Andes, que comprende el occidente de Venezuela y el norte de Perú, y 3) Mesoamérica, que va desde la región de los valles, que conforman los ríos Pánuco y Santiago en México hasta el norte de Costa Rica.

Lo que parece estar más claro es que, el frijol fue domesticado en regiones de América Latina hace más de 7.000 años (Gepts y Debouck, 1991).

Se argumenta que al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de frijol. Según Flores (2004) el desplazamiento de las primeras semillas al viejo continente se debe al propio Cristóbal Colón.

Actualmente se cultiva en muchas partes del mundo, ya que se ha adaptado a diversos climas. En el Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia, se conserva la colección de frijol más grande y diversa del mundo con cerca de 36.000 variedades de *Phaseolus* spp. a la fecha, correspondientes a 44 taxa provenientes de 109 países.

2.4 MORFOLOGÍA DEL FRIJOL

2.4.1 SISTEMA RADICULAR

En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria. Sobre ella se desarrollan las raíces secundarias, y sobre ellas a su vez lo hacen terciarias y otras subdivisiones, como los pelos absorbentes, especializados en la absorción de agua y nutrientes, que se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud.

Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Normalmente es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo.

En general, la composición del sistema radical del frijol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. (CIAT, 1984).

2.4.2 PARTE AÉREA

2.4.2.1 Tallo

Es el eje central de la planta, formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. El tallo es epigeo, herbáceo y delgado, aunque de mayor diámetro que las ramas generalmente. Puede ser erecto, semiprostrado y prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocotilo. El epicotilo es la parte comprendida entre el primer y segundo nudo.

El tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Si es de crecimiento determinado el tallo termina en una inflorescencia que, al aparecer hace que cese su crecimiento. Si el hábito

de crecimiento es indeterminado, el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite seguir creciendo (CIAT, 1984).

2.4.2.2 Ramas

Se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas, aunque también se localizan en la inserción de los cotiledones. Es el denominado complejo axilar o tríada, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. De éste, además de ramas, se pueden desarrollar otras estructuras, como las inflorescencias. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada:

1. Completamente vegetativo: las tres yemas son vegetativas.
2. Floral y vegetativo: yemas florales y vegetativas.
3. Completamente floral: las tres yemas son florales.

En los hábitos determinados se presentan los tipos 1 y 3, mientras que en los indeterminados se presentan los tipos 1 y 2 (CIAT, 1984).

2.4.2.3 Hojas

Se insertan en los nudos del tallo y las ramas. Son de dos tipos:

- Simples: son las hojas primarias o cotiledones, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia, y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis.
- Compuestas: hojas trifoliadas, las hojas típicas del frijol, las hojas verdaderas. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la base del pecíolo presentan un par de pequeñas estípulas.

En condiciones normales, existe una gran variación en cuanto al color y la pilosidad de las hojas. La variación también está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta y con la edad y las condiciones ambientales (CIAT, 1984).

2.4.2.4 Flor e inflorescencia

Las flores son hermafroditas y zigomorfas.

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. El periantio consta de un cáliz integrado por cinco sépalos más o menos soldados y de una corola de color variable (blanco, amarillo, rosa) con cinco pétalos libres: uno superior muy desarrollado (estandarte o vexilo) dos laterales (alas) y dos inferiores (en conjunto se denominan quilla, la cual se encuentra enrollada). El androceo está formado por 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfos) o dos haces (diadelfos: 9 + 1). El gineceo con ovario súpero y monocarpelar.

Las inflorescencias aparecen en racimos terminales en las plantas de hábito de crecimiento determinado, y axilares en las de hábito indeterminado.

En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984).

Con excepción de algunos lugares específicos, en la zona tropical donde la alogamia puede ser significativa, la planta de frijol es normalmente autógama (Graham y Ranilli, 1997).

2.4.2.5 Fruto

Es una vaina con dos valvas que varía en cuanto a su sección, longitud y color. Se trata de un fruto monocarpelar, polispermo, seco y dehiscente por dos suturas (placental y ventral).

2.4.2.6 Semilla

Se desarrollan unidas de forma alterna sobre la sutura ventral de la vaina. De reniformes a ovaladas, de tamaño, forma y color muy variable (blanco, negro, rojo, marrón, jaspeado,...).

No presentan endospermo. Los cotiledones ocupan toda la simiente y tienen un alto contenido en proteínas. Las partes externas son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo.

- El hilum, que conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo, que es una abertura en la cubierta través de la que se realiza la absorción del agua.
- El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo.

En ocasiones son impermeables al agua, por lo que su período de latencia puede durar años (CIAT, 1984).

2.5 CICLO VEGETATIVO Y FENOLOGÍA DEL FRIJOL

El frijol es una planta herbácea anual. Su ciclo vegetativo puede variar entre 80 (variedades precoces) y 180 días (variedades trepadoras). Dicho lapso se encuentra determinado sobre todo por el genotipo de la variedad, hábito de crecimiento, clima, suelo, radiación solar y fotoperiodo (Ortiz, 1998).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del frijol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo.

Su ciclo biológico se divide en dos fases sucesivas: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales. La fase reproductiva está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales y la madurez de la cosecha.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas (CIAT 1982), las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes, como se puede ver en la Figura 6. La identificación de cada etapa se hace en base a un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular (V= fase vegetativa, R= fase reproductiva). El número indica la posición de la etapa en la escala.

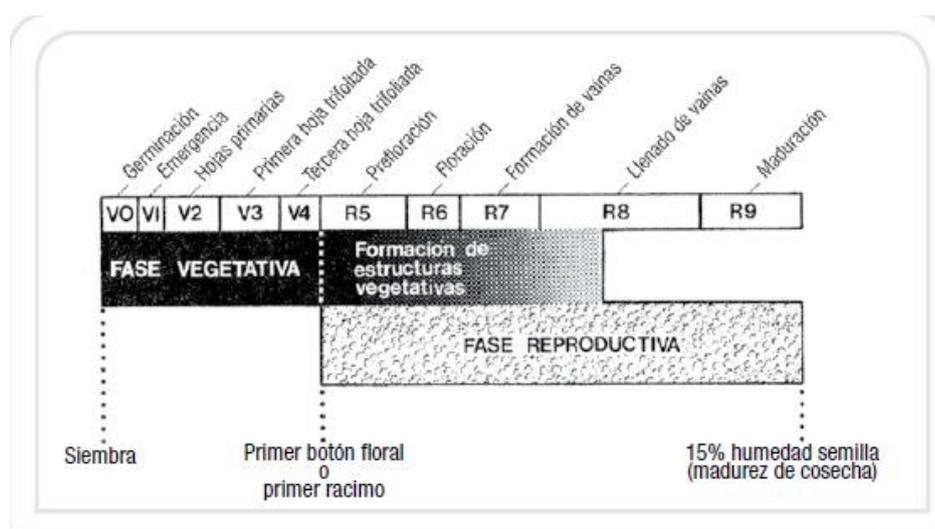


Figura 6: Etapas de desarrollo de la planta de frijol.

FUENTE: Arias et al., 2007.

Etapas de la fase vegetativa:

- Etapa V0 (Germinación). La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocotilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.
- Etapa V1 (Emergencia). Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocotilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.
- Etapa V2 (Hojas primarias). Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas presentan esta característica. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.
- Etapa V3 (Primera hoja trifoliada). Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.
- Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada). Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas.

Etapas de la fase reproductiva:

- Etapa R5 (Prefloración). Se inicia cuando aparece el primer botón floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En las variedades determinadas los primeros botones se observan en el último nudo del tallo. En cambio, en las variedades indeterminadas, se ven en los nudos inferiores.

- Etapa R6 (Floración). Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo y continúa en forma descendente. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.
- Etapa R7 (Formación de las vainas). En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.
- Etapa R8 (Llenado de las vainas). En un cultivo, se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad.
- Etapa R9 (Maduración). Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica.

2.6 FERTILIZACIÓN EN FRIJOL

2.6.1 NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO

El cultivo de frijol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio.

En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente. Pero está claro que su uso excesivo puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas. Por tanto, a la hora de realizar la fertilización nitrogenada hay que tener cuenta tres aspectos fundamentales:

- 1.- Los requerimientos de nitrógeno por el cultivo.
- 2.- La cantidad de nitrógeno que el suelo puede suministrar al cultivo.
- 3.- Los costes de los fertilizantes y el valor esperado de la cosecha.

El nitrógeno disponible en el suelo es la cantidad de nitrógeno (kg/ha de N) en el suelo que se encuentra disponible para la asimilación por el cultivo desde el establecimiento hasta el final de la fase de crecimiento, teniendo en cuenta las pérdidas que se pueden dar (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 2000).

En lo que respecta al fósforo y potasio, el cultivo, en este caso el frijol, también los necesita.

El fósforo tiene un papel importante en muchos procesos fisiológicos, principalmente durante la germinación y desarrollo de la plántula, desarrollo radicular, fecundación e inicio de la fructificación.

Pero hay que tener particular cuidado para evitar llegar a niveles elevados de fósforo en el suelo, que son innecesarios. Esto supone un coste importante y aumenta la pérdida de fósforo de los suelos, lo que puede causar la contaminación de las aguas superficiales (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 2000).

En cuanto al potasio, su mayor importancia está en el papel que juega como regulador fisiológico en varios procesos: permeabilidad de las membranas celulares, equilibrio ácido-básico intracelular, formación y acúmulo de sustancias de reserva, regulador del estatus hídrico de los cultivos,...

2.6.2 OTROS ELEMENTOS

El frijol es reconocido como particularmente sensible al exceso de boro y cloruro sódico. En un contenido superior a los 15,5 kg de bórax por hectárea, se producen, experimentalmente, lesiones sobre la plantación (Fourel, 1970).

Además, según Knott (1957), se atribuye al frijol el ser sensible a la carencia de varios oligoelementos:

- Cobre: afecta sobre todo a la formación de los frutos.
- Molibdeno: principalmente en suelo ácido.
- Manganeso: la carencia aparece en suelos calcáreos en razón del antagonismo manganeso/calcio.
- Zinc: se le considera muy sensible a la carencia de zinc.

Sin embargo se tiene a al frijol como poco sensible a la falta de magnesio en el suelo.

2.6.3 CANTIDADES EXTRAÍDAS

En Perú se ha determinado la extracción de nutrientes para muy pocas hortalizas, por tanto, como referencia se toman las condiciones para la zona del Mediterráneo español, indicadas por Domínguez (1997), para un rendimiento en verde de 12 t/ha:

- N: 130 kg/ha
- P₂O₅: 30 kg/ha
- K₂O: 100 kg/ha

Según otros autores estas exigencias pueden variar, por ejemplo, Flor (1985), establece las extracciones que se muestran en la Tabla 9, obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico con frijoles de hábito de crecimiento I (determinado arbustivo).

Tabla 9: Cantidades de nutrientes extraídas por la planta de frijol.

Componentes de la cosecha	kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

FUENTE: Flor (1985)

Por tanto, la extracción de nutrientes puede variar por uno o varios de los siguientes factores, entre otros: tipo de suelo, contenido de materia orgánica, sistema de riego y de fertilización, época de siembra, variedad utilizada, estado sanitario del cultivo y nivel de rendimiento.

Las extracciones en manganeso y en boro son de 12 a 30 miligramos y 43 miligramos para un kilogramo de materia seca, respectivamente (Becker-Dillingen, 1956).

2.6.4 CANTIDADES A APORTAR

En la realización de la práctica del abonado existe en las leguminosas, principalmente en lo que a fertilización nitrogenada se refiere, un problema adicional al ya complejo de la fertilización en otros cultivos, puesto que a través de sus nódulos formados con los respectivos *Rhizobia*, estas plantas fijan y toman nitrógeno atmosférico, pudiendo asimismo extraerlo del suelo mediante la absorción radicular, como es normal en las restantes familias de vegetales (Maroto, 2002).

En la bibliografía se dan muchas recomendaciones para la fertilización en función de los sistemas de cultivo, así como para los diferentes climas y suelos del mundo. Sin embargo, la cantidad óptima a aportar tendrá que determinarse para cada caso en particular, en base a los análisis de suelo y condiciones de la zona.

Los elementos secundarios y los micronutrientes se aplican solo cuando se notan deficiencias. Las nuevas variedades responden mejor a una mayor cantidad de fertilizantes que las variedades criollas (Valladolid, 2005).

2.6.5 TIPOS DE ABONADO

2.6.5.1 Fertilización mineral

Los fertilizantes minerales son aquellos constituidos por compuestos inorgánicos (Saña et al., 1996).

La fertilización mineral pretende lograr un aumento de la productividad del sistema agrícola suministrando a las plantas alguno de los elementos esenciales que necesitan mediante productos químicos de síntesis.

2.6.5.2 Fertilización orgánica

En su sentido más amplio, un abono orgánico es un residuo animal y/o vegetal más o menos transformado, que posee una cierta riqueza en materia orgánica y que usualmente también contiene elementos esenciales para las plantas.

La utilización correcta de los abonos orgánicos está sujeta a muchas más consideraciones que la de los fertilizantes minerales, dada su complejidad constitutiva. En primer lugar debe tenerse en cuenta que su materia orgánica podrá alterar el complejo de cambio y la estructura del suelo, así como las propiedades que se derivan de esta última.

Otro aspecto a considerar es que su composición es muy irregular. El factor que más influye en ella es el origen del material. Asimismo su contenido en agua es muy cambiante, variando incluso dentro de un mismo material según la época del año. Todo ello conduce a que las cantidades de materia orgánica y de nutrientes incorporados al suelo con una misma masa de abono sean bastante inconstantes. Y por tanto, desde la perspectiva de una buena política de abonado sería conveniente someter estos productos a un análisis de composición antes de utilizarlos. Ahora bien, dado que en general esta práctica no suele ser viable o no existe la costumbre de realizarla, no queda otra solución que basar el cálculo del abonado en tablas de composición media de abonos con un origen y unas características similares a las del material a emplear (Saña et al., 1996).

Para el presente ensayo se han utilizado tres tipos de fertilizantes orgánicos: compost, guano de isla y biol.

El compost es el resultado de un proceso de descomposición biológica, en presencia de oxígeno, de los constituyentes orgánicos de diversos residuos bajo condiciones controladas. Proceso conocido como compostaje.

El guano de isla es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. Las cuales entran a un proceso de fermentación sumamente lento, permitiendo mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes. El guano de isla aporta el nitrógeno bajo tres modalidades: en forma nítrica 0,1%, en forma amoniacal 3,5% y en forma orgánica 10-12% (Torres, 2006).

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos,..., en ausencia de oxígeno (INIA, 2008). Su uso es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbico (que no se presentan en el compost). Estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante mineral u otro empleado (Aparcana y Jansen, 2008).

2.7 INFLUENCIAS AGROAMBIENTALES EN EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRIJOL

2.7.1 AGUA

Los requerimientos de agua de un cultivo dependen de varios factores, tales como el clima (temperatura y humedad relativa), el suelo (textura, densidad, porosidad, drenaje y topografía) y la variedad. Es de esperar, para el caso del frijol, que las variedades tengan diferentes requerimientos hídricos, dependiendo de la duración del período vegetativo y del hábito de crecimiento.

Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos y Quirós, 2002).

Los frijoles son particularmente susceptibles a la sequía durante la floración, produciendo bastantes abortos florales y de las vainas que ocurren cuando hay escasez de agua (Graham y Ranilli, 1997).

En principio, las semillas requieren de un suelo húmedo para una buena germinación. Luego, el cultivo necesita de un primer riego a los 10 días después de la siembra. Según Valladolid (2005), se debe suministrar agua durante el período crítico de desarrollo de la planta. Estos períodos son:

- Al principio de la floración.
- Cuando las vainas empiezan a llenarse.

2.7.2 SUELO

El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos (Valladolid, 2005).

Se deben evitar los terrenos excesivamente pesados, con problemas de encharcamientos, adaptándose mejor a los suelos ligeros o medios bien drenados.

Además, como la germinación del frijol es epígea, el apelmazamiento del terreno o la presencia de una costra superficial pueden inducir una emergencia desfavorable (Maroto, 2002).

Crece bien en suelos con pH entre 5.5 a 6.5 (Valladolid, 2005). En terrenos excesivamente calizos, con pH superiores a 7,5, las plantas vegetan mal, apareciendo graves problemas de clorosis (Maroto, 2002).

Las plantas de frijol son altamente sensibles a la salinidad de los suelos y aguas, sobre todo cuando aparece en forma de cloruro sódico (Maroto, 2002).

2.7.3 CLIMA

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz. Tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

El frijol se adapta bien a temperaturas de 18 a 28 °C (Valladolid, 2005). Su cero vegetativo se establece entre 8 y 10°C (Maroto, 2002). Con una humedad adecuada puede germinar en 4-6 días si la temperatura está entre 20-25°C, y a los 3-4 días si está entre 20-30°C (Valladolid, 2005).

En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5° C ó 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Ríos y Quirós, 2002). Las heladas, por ligeras que sean, afectan de modo ostensible a la planta. Temperaturas excesivamente altas (superiores a 28-30°C), unidas a regímenes de humedad relativa bajos, pueden provocar la caída de flores, e incluso de vainas recién cuajadas (Maroto, 2002).

Las variaciones térmicas muy pronunciadas, sobre todo por debajo de 10-12°C, además de afectar al crecimiento de la planta, pueden inducir la formación de anomalías en la fructificación, produciendo lo que se llama vainas en “ganchillo” (Maroto, 2002).

En cuanto a la luz, su importancia está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar retraso en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días (Arias et al. 2007).

Las variedades enanas suelen ser insensibles a la duración del fotoperiodo, mientras que las de enrame pueden ser insensibles o de día corto (Mateo, 1961).

El viento también es un factor que puede afectar al cultivo. Bubenzer y Weis (1974) estudiaron la acción desfavorable del viento sobre la producción de frijol, habiendo observado mermas de hasta el 8%, cuando la acción del mismo se produce en etapas tempranas de crecimiento, y del 14% cuando se está produciendo la floración.

2.8 MALAS HIERBAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.8.1 MALAS HIERBAS

La competencia por espacio, luz, agua y nutrientes que establecen las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ocasiona pérdidas superiores al 50% de la cosecha cuando no se combaten oportunamente (Soto y Gamboa, 1984).

Vieira (1970), señala que la intensidad de la competencia depende, entre otros factores, de las especies, población de malas hierbas, humedad del suelo, altura y hábito de crecimiento del cultivo.

Vieira (1970), Agundis et al., (1963) y Barreto (1970) coinciden en situar el período crítico de competencia de malas hierbas en frijol durante los primeros treinta días de crecimiento del cultivo.

Varias investigaciones realizadas sobre diferentes métodos de control de malezas en frijol permiten concluir que lo más recomendado es hacer un manejo integrado, definido como un conjunto de prácticas o métodos encaminados a mantener la vegetación arvense en un nivel inferior al que produciría pérdidas de importancia económica (Córdoba y Casas, 2003).

2.8.2 PLAGAS

En muchas regiones de América Latina y África, los frijoles se cultivan con laboreo limitado o aplicación de pesticidas sobre los residuos de cereales o áreas de barbecho. Mientras los limitados inputs que se utilizan pueden a menudo constreñir los rendimientos, Tapia y Camacho (1988) encontraron menos daños ocasionados por insectos y patógenos en estos sistemas, y mejor control de la erosión del suelo.

Las principales plagas que afectan al cultivo en América son las que se especifican en la Tabla 10 y se muestran en la Figura 7.

Tabla 10: Plagas más importantes del frijol.

Plaga	Daños
Gusano picador de tallos (<i>Elasmopalpus lignosellus</i>)	Las orugas atacan plantas tiernas, hasta la tercera semana después de la siembra. La larva penetra al tallo y barrena hacia arriba ocasionando la muerte de la planta.
Gusanos de tierra (<i>Feltia experta</i> y <i>Prodenia sp.</i>)	Se observan plantas tumbadas en los primeros estadios de desarrollo por causa de cortaduras producidas por las larvas a nivel del suelo.
Mosca minadora (<i>Liriomyza sp.</i>)	Muestra líneas serpenteadas y lagunares en las hojas de color blanco, que puede producir la caída de hojas, si el ataque es fuerte.
Arañita roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Al succionar la savia de las hojas, éstas se tornan blanquecinas en la cara superior. El envés aparece plateado y muy sucio (deyecciones).
Gusanos perforadores de brotes y vainas (<i>Epinotia aporema</i> y <i>Laspeyresia leguminis</i>)	Brotos barrenados, atrofiados, secos o muertos. Flores y tallos perforados, desde el ápice y con galerías internas. Vainas perforadas y con larvas comiendo en su interior.
Lorito o cigarrita verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)	El insecto en estado de ninfa y adulto causa daño al alimentarse del tejido del floema, aunque es posible que también intervenga una toxina. El daño se manifiesta en forma de encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquítico, gran disminución del rendimiento o pérdida completa del cultivo. El ataque es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (CIAT, 1980).

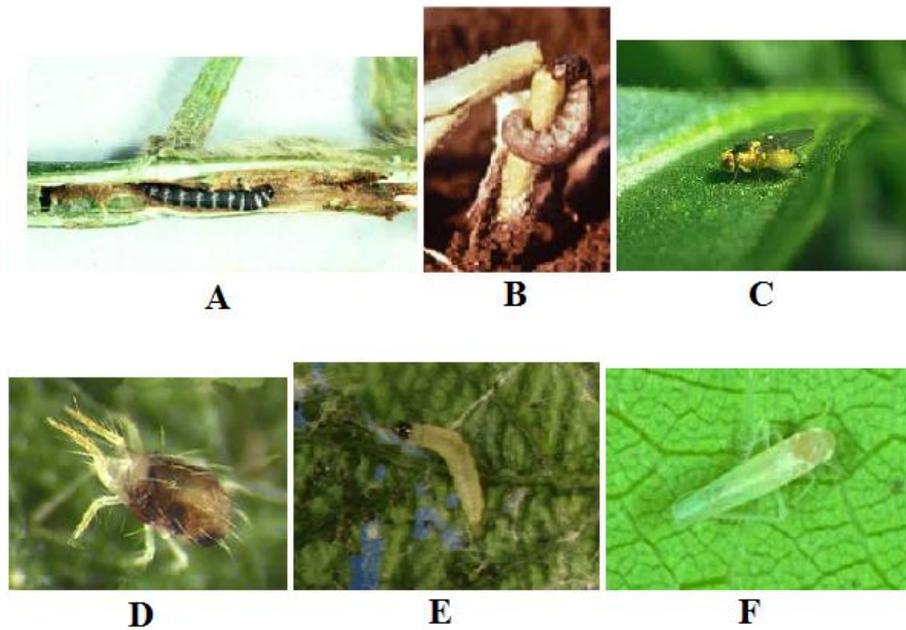


Figura 7: Plagas del frijol. A: *Elasmopalpus lignosellus*; B: *Prodenia* sp.; C: *Liriomyza* sp.; D: *Tetranychus urticae*; E: *Epinotia aporema*; F: *Empoasca kraemeri*

2.8.3 ENFERMEDADES

Beebe y Pastor-Corrales (1991) sugieren que hay más patógenos y ataques más virulentos asociadas con la producción de frijol en América Latina y África, que los que se encuentran en las regiones productoras de USA y Europa.

2.8.3.1 Criptogámicas

Las principales enfermedades causadas por hongos en la plata de frijol se especifican en la Tabla 11. Los síntomas de pueden observar en la Figura 8.

Tabla 11: Enfermedades causados por hongos en frijol.

Enfermedad	Hongo	Daños
Amarilleamiento de Fusarium	<i>Fusarium sp.</i>	La pudrición empieza en la punta de la raíz y avanza hacia el cuello ocasionando el tumbado de las plántulas. Puede ocasionar el taponamiento del sistema vascular, produciendo amarillamiento y envejecimiento prematuro de las hojas inferiores (CIAT, 1984).
Tizón sureño	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Se presentan plantas amarillentas y caída temprana de hojas. Puede haber marchitez repentina de plantas. Cerca del suelo se notan lesiones oscuras y acuosas, que avanzan hacia las raíces. Sobre estas lesiones se observa una masa de color blanco (Araya, 2008).
Chupadera fungosa	<i>Rhizoctonia solani</i>	Puede producir podredumbre del pie, chancro del tallo, pudrición radical. También llega a infectar las vainas que se encuentran en contacto con la superficie del suelo, y de ahí infectar la semilla (CIAT, 1984).
Podredumbre Gris	<i>Botritis cinérea</i>	Afecta a las plantas de corta edad, causando aborto de flores. Presenta manchas marrones a la altura del cuello del tallo rodeándolo, donde se puede observar micelio blanco y esclerotes redondos de color marrón (Valladolid, 2005).
Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	En plantas jóvenes, los tallos presentan pequeñas manchas que crecen a lo largo y pueden quebrarlo. Debajo de las hojas, las venas principales se ven quemadas y con un color rojizo oscuro. El síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo. En ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos (Araya, 2008).

Roya	<i>Uromices appendiculatus</i>	Se manifiesta con pústulas de color marrón rojizo en las hojas. En ataques fuertes las hojas amarillean y caen (Valladolid, 2005).
Oidio	<i>Erysiphe polygoni</i>	Se inicia con manchas oscuras y moteadas que después se llenan de micelio blanco de apariencia polvosa que puede cubrir toda la planta y deformar las vainas (Valladolid, 2005).

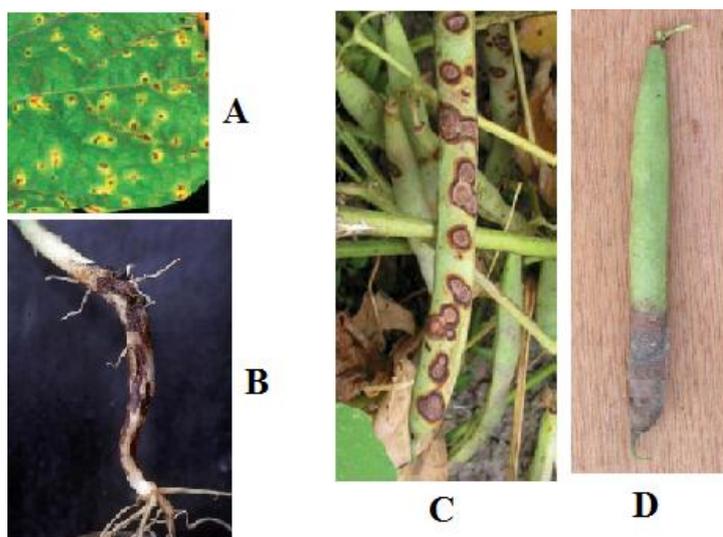


Figura 8: Síntomas de enfermedades en el frijol causadas por hongos. A: Roya; B: Chupadera fungosa; C: Antracnosis; D: Podredumbre gris.

2.8.3.2 Bacteriosis

La principal bacteria que ataca al frijol en América es *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*, produciendo la enfermedad conocida como “tizón común”. Los síntomas se presentan en hojas, vainas, tallo y semillas. En hojas, se inicia como pequeñas manchas acuosas, que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen para dar aspecto de quema, con borde amarillo claro. La quema aparece principalmente en el borde de las hojas, como se puede observar en la Figura 9. En las vainas se ven pequeñas manchas húmedas, que se vuelven de color café oscuro con el borde rojizo (Araya, 2008).

2.8.3.3 Virosis

En Latinoamérica las principales enfermedades causadas por virus en el frijol son el virus del mosaico común (BCMV) y el virus del mosaico dorado amarillo (BGYMV).

En el caso del BCMV pueden producirse tres clases de síntomas: mosaico, necrosis sistémica o lesiones locales, según la variedad, la edad en el momento de la infección, la cepa y las condiciones ambientales. En general las hojas presentan enanismo y deformación, enrollándose hacia abajo.

El BGYMV da lugar a moteados en las hojas de tonos amarillentos con venas más blancas de lo normal (Figura 9). Las hojas también pueden enrollarse hacia la parte inferior. Las vainas se deforman, producen semillas pequeñas, mal formadas y descoloridas (Araya, 2008).

En ambos casos, la infección puede abarcar del 40 al 100% de la plantación, y se origina a partir de áfidos que transmiten las partículas del virus, adquiridas en plantas de frijol susceptibles u otros hospedantes, a plantas sanas (CIAT, 1980).

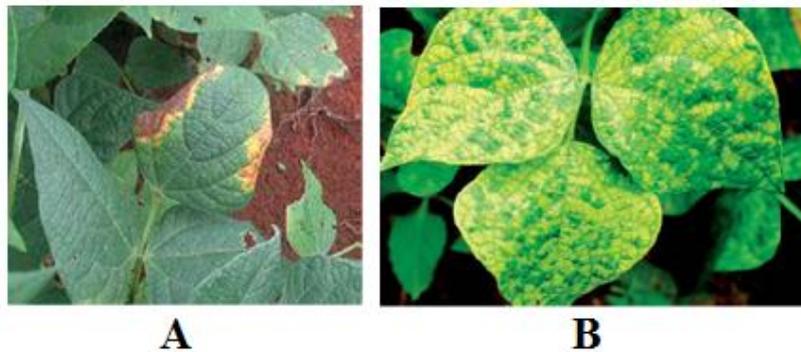


Figura 9: Síntomas de enfermedades en el frijol causadas por bacterias y virus. A: Tizón común; B: BGYMV.

2.9 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

Al haber llevado a cabo el trabajo en una zona empobrecida dentro de un país en vías de desarrollo, a continuación se explicará la tecnología de producción típica en estas condiciones, llevada a cabo por los agricultores con los que se ha trabajado.

2.9.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

La primera operación consiste en arar el terreno en seco a una profundidad de 40 cm. Esta operación se realiza normalmente con tracción animal (Figura 10).

Las malezas o residuos vegetales de la cosecha anterior se cortan y se incorporan al suelo por medio de una rastra de discos. Después se da un riego (conocido con el nombre de “machaco”) cuando el terreno "está a punto", y posteriormente se dan dos pasadas de rastra de dientes, para obtener una superficie suelta y granulada. En caso que la superficie del campo sea irregular, se necesita efectuar una buena nivelación para evitar que el agua se encharque y pudra las raíces.



Figura 10: Arado y surcado del terreno con tracción animal.

2.9.2 DESHIERBOS

El control de las malas hierbas puede hacerse de dos formas (Torres, 2006):

- Control cultural: mediante prácticas agronómicas (deshierbo manual). Normalmente se eliminan con una azada en dos pases, una a los 15-20 días después de la siembra y la segunda 10 días después de la primera pasada.

- **Control químico:** es considerado siempre como la última opción, su manejo está sujeto al costo comparado con los beneficios que aporta. Cuando se lleva a cabo se aplican herbicidas pre y post emergencia.

La escarda manual es, a menudo, utilizada en la agricultura de subsistencia, y es de gran importancia hasta la floración, cuando las malas hierbas pueden competir por la luz, nutrientes y agua (Graham y Ranilli, 1997).

2.9.3 SIEMBRA

Se debe contar con una semilla de buena calidad, libre de enfermedades y con un porcentaje de germinación no menor al 85%.

Cuando se adquieren semillas certificadas, estas están tratadas con productos químicos que las vuelven resistentes a plagas y enfermedades. De no ser así, antes de la siembra se debe desinfectar la semilla para prevenir enfermedades y plagas de suelo.

Los sistemas y densidades de siembra que más se utilizan en la zona se reflejan en la Tabla 12.

Tabla 12: Marcos de siembra

Surcos simples	60 - 70 cm distancia entre surcos
	20 cm entre golpes
Surcos dobles	40 - 50 cm distancia entre hileras
	80 - 90 cm entre pares de hileras
	20 cm entre golpes

FUENTE: Valladolid, (2005).

Normalmente se depositan 3 semillas por golpe. Cuando la siembra es mecanizada se utilizan de 15 a 18 semillas por metro lineal. En cuanto a la profundidad, se entierra a 2-4 cm de la superficie.

2.9.4 FERTILIZACIÓN

Se aplica la mezcla de los fertilizantes simultáneamente con la siembra, si ésta se realiza con una sembradora abonadora, o a los 8 ó 10 días después de la siembra cuando las plántulas han emergido si se realiza manualmente.

Se puede complementar con aplicaciones foliares durante la prefloración.

Cuando se suministra estiércol, se debe incorporar, mediante una arada superficial a una profundidad de 6 a 10 cm.

2.9.5 APORQUE

Es una operación que consiste en remover la tierra entre los surcos y levantarla de manera uniforme hasta la altura del cuello de las plantas, utilizando una azada o pico, tratando de no maltratar las raíces ni el follaje. Esta labor es muy importante y tiene varios propósitos:

- Evita el crecimiento de malezas
- Determina la estabilidad de las plantas
- Es más accesible para el riego
- Controla algunas plagas
- Airea y remueve el suelo

El aporque se realiza a los 25-40 días después de la siembra en plantas de hábito de crecimiento determinado y en plantas de hábito de crecimiento indeterminado cuando se desarrollan las primeras guías (Torres, 2006).

2.9.6 RIEGO

En la zona no existen los recursos económicos ni los conocimientos técnicos necesarios para establecer sistemas de riego tecnificados. Es por eso que el riego se realiza por gravedad, mediante surcos. El agua se aplica al suelo directamente desde la cabecera y desde ahí es conducida por una serie de surcos delimitados por caballones donde se encuentra el cultivo. De esta forma se evita el contacto directo del agua con la planta.

Los riegos normalmente se hacen en surcos rectos entre 50 a 100 metros de largo y el número de riegos varía según las condiciones climáticas y el tipo de suelo (Valladolid, 2005).

Hay que resaltar que se trata del más antiguo y del más frecuentemente usado de los métodos de riego, es, probablemente, el más complejo, el más difícil de tratar, manejar y diseñar (Casalí, S.)

2.9.7 RECOLECCIÓN DE FRIJOL EN VAINAS VERDES

El frijol se cosecha en diferentes etapas de madurez, de acuerdo al destino del cultivo. La cosecha en verde, se realiza cuando las semillas ya han alcanzado su máximo tamaño, pero todavía son tiernas y la planta está verde (Valladolid, 2005). En la zona se realiza de forma manual, normalmente es llevado a cabo por las mujeres.

2.10 CONTENIDO NUTRICIONAL Y USOS

Diversos autores, Ortega (1991), Kohashi (1996), Jacinto et al. (2002), Pérez et al. (2002) y Serrano y Goñi (2004), han destacado las propiedades nutritivas que posee el frijol, de manera fundamental por su alto contenido en proteínas y en menor medida en carbohidratos.

En concreto, la variedad Alubia, utilizada para el trabajo, tiene la siguiente composición aproximada (Tabla 13).

Tabla 13: Composición aproximada de frijol Alubia en grano crudo.

Humedad (%)	Energía (cal)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)
1,3	330	21	1	62,2	6,7	3,5

FUENTE: Valladolid, (2005).

El frijol Alubia se utiliza para el consumo en grano seco y en grano verde y la planta constituye un excelente alimento para el ganado como forraje verde o seco. Los rastrojos de estas plantas también se pueden incorporar al suelo para su mejoramiento.

3. OBJETIVOS

- Objetivo general: Evaluar la utilización de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris L. var. Alubia*).

- Objetivos específicos:
 1. Respuesta del cultivo frente a los diferentes fertilizantes.
 - 1.1 Desarrollo del cultivo
 - 1.2 Rendimiento

 2. Estudio económico para los diferentes fertilizantes ensayados.
 - 2.1 Gastos de cada tratamiento
 - 2.2 Ingresos de cada tratamiento
 - 2.3 Beneficio de cada tratamiento

 3. Elección del fertilizante más adecuado

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

Se tomaron dos parcelas para la realización de los ensayos.

La primera está ubicada en la capital del distrito, San Juan de Castrovirreyna (Figura 11), concretamente en el anexo llamado Colcayá. Es una parcela perteneciente al Centro de Experimentación y Transferencia Tecnológica que la ONG Desco, maneja en el distrito.

La segunda parcela se encuentra en la localidad de Quilca (Figura 12), concretamente en el anexo de Pocolay. También está ubicada en el distrito de San Juan de Castrovirreyna, aunque políticamente pertenece al distrito de Huachos. En este caso se trata de una parcela cedida por un agricultor de la zona, beneficiario de la ONG.



Figura 11: San Juan de Castrovirreyna



Figura 12: Vivienda de los agricultores con los que se hizo el ensayo de Quilca.

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Tanto en la parcela de San Juan como en la de Quilca se ha realizado el mismo diseño estadístico, “Bloques completos al azar” con 3 repeticiones por tratamiento. El ensayo consta de un único factor (fertilización) con 10 tratamientos diferentes.

Los abonos utilizados (Tabla 14) también fueron similares a excepción de la fuente principal de nitrógeno mineral, que en el caso de San Juan fue el nitrato de amonio y en Quilca la urea.

Tabla 14: Fertilizantes utilizados y su composición.

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Minerales	Nitrato de amonio	33%			
	Urea	46%			
	Fosfato diamónico	18%	46%		
	Cloruro potásico			60%	
	Nitrato de calcio	12%			17%
Orgánicos	Compost (*)	1,65%	1%	1%	
	Guano de isla (**)	12%	11%	2,5%	
	Biol	38%	15%	15%	

(*): BIOAGRO SRL Montevideo-Uruguay

(**): Boletín Proabonos. Lima. 2008.

El motivo del uso de estos fertilizantes químicos en concreto fue simplemente porque son los más accesibles en la zona y los agricultores están más acostumbrados a aplicarlos.

En el caso del nitrato de calcio fue diferente. No es un fertilizante de uso común en la zona, por eso se ha querido ensayar para comprobar su efecto en el rendimiento. Ya que, según Faegley y Fenn (1999), el calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de las partes comerciables de la planta. La aplicación de calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del nitrógeno, lo que mejora los aspectos económicos de la producción y reduce la contaminación del medio ambiente por nitrógeno.

En cuanto a los fertilizantes orgánicos, los agricultores de la zona no acostumbran a utilizarlos. Por ello, con el presente ensayo se pretendía demostrar que su uso puede generar un rendimiento similar a los químicos y por tanto reducir el uso de estos últimos. Todo esto, teniendo en cuenta experiencias realizadas en otras zonas del país donde la implementación del uso de estos insumos ha sido un éxito: “En las

comunidades de Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Ica, Lima y Puno donde se utiliza el compost, los agricultores manifestaron haber mejorado la producción de las variedades tradicionales y mejoradas en más del 15%, de los cultivos de arracacha, camote, frijol,..." (INIA, 2008).

Además para los agricultores de la zona el uso de fertilizantes representa un gasto importante, es por eso que con el presente trabajo se pretende buscar una forma de abonamiento que sea menos costosa para ellos, y los fertilizantes orgánicos lo son. Con su uso también se promueve una agricultura orgánica que es más respetuosa con el medio ambiente.

Estos fertilizantes se combinaron de formas diferentes para obtener los diez tratamientos ensayados. Estas combinaciones se explicarán más detalladamente en los siguientes apartados.

Las dosis de abonado ensayadas fueron obtenidas del servicio de laboratorio del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), quién a su vez se encargó de realizar el análisis de suelos correspondiente.

El abonado, en ambos casos, se realizó en dos momentos: a la emergencia y al aporque.

4.2.1 SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA

El día 17-Julio-2010, se procedió al marcado de la parcela y a la toma de muestras de suelo para su posterior análisis. Fue un muestreo en X, tomando una muestra cada 5 metros, a una profundidad de 10 cm. Se mezclaron y se homogenizaron para tomar la muestra (de 1kg aproximadamente) que se llevó a laboratorio.

El cultivo precedente en esta parcela fue guisante.

La parcela experimental tenía unas dimensiones de 28 x 17 m², es decir, un área total de 476 m². A su vez estaba dividida en 3 bloques, cada uno de los cuales ocupaba un tercio del área. Cada bloque estaba dividido en 10 parcelas elementales, correspondientes a los 10 tratamientos ensayados. Cada una de las parcelas elementales tenía unas dimensiones de 5 x 2,8 m², estableciéndose 3 líneas de cultivo (caballones)

en cada una. Estaban separadas unas de otras por una línea de maíz. El croquis de la parcela de ensayo se puede consultar en el Anejo 8.2.1.

El marco de siembra utilizado fue de 0,7 m de distancia entre líneas y 0,3 m de distancia entre golpes.

En este caso se produjo una nascencia baja e irregular, posiblemente debido a unas temperaturas más bajas de lo normal para la época, semilla demasiado enterrada y falta de agua en el suelo. Por tanto se realizó una resiembra el 12-Agosto-2010, con el consiguiente retraso en el ciclo del cultivo.

Para esta parcela se ensayó una dosis media de 80-60-80, como ya se ha comentado, obtenida del servicio de laboratorio del INIA (Anejo 9.3.1). Por esta razón se diseñaron diez tratamientos cuya dosis fue lo más aproximada posible a la media, pero utilizando fertilizantes diferentes en cada uno de ellos y complementándolos con otros para lograr el máximo acercamiento a esa dosis recomendada.

Puede llamar la atención la dosis de nitrógeno aportada, ya que al ser una leguminosa podría existir fijación de nitrógeno, y no sería necesaria tanta aportación. Sin embargo, en la zona no se produce nodulación al no existir la cepa de *Rhizobium* adecuada.

Los tratamientos ensayados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: Tratamientos ensayados en la parcela de San Juan de Castrovirreyna.

	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ HPO ₄	KCl	Ca(NO ₃) ₂	Compost	Guano Isla	Biol
1							
2	x	x	x				
3	x	x	x	x			
4		x	x		x		
5		x	x	x	x		
6			x			x	
7			x	x		x	
8			x		x		
9						x	x
10							x

Estas combinaciones no fueron hechas al azar, por lo que a continuación se explicará el interés de cada una de ellas:

- Tratamiento 1: es el testigo, para comparar con el resto de tratamientos.

- Tratamiento 2: estudiar una fertilización exclusivamente química con los tres fertilizantes de mayor uso en la zona.
- Tratamiento 3: se repite el tratamiento 2 pero añadiéndole calcio, por tanto, el interés está en ver si éste tiene algún efecto.
- Tratamiento 4: se trata de estudiar el funcionamiento del compost como principal fuente de nutrientes.
- Tratamiento 5: aquí se sigue el mismo razonamiento que con los tratamientos dos y tres, se añade el calcio para comprobar su efecto.
- Tratamiento 6: se trata de estudiar el guano de isla como principal fuente de nutrientes para el cultivo.
- Tratamiento 7: igual que en los casos anteriores, se pretende estudiar el efecto del calcio.
- Tratamiento 8: se vuelve a estudiar el compost, pero en este caso para compararlo con el guano de isla (tratamiento 6).
- Tratamiento 9: este es un tratamiento puramente orgánico, donde se pretende ver cómo resulta la combinación de estos dos fertilizantes.
- Tratamiento 10: con este tratamiento, que claramente no llega a la dosis recomendada, se pretende estudiar el efecto de este fertilizante orgánico de aplicación foliar.

Las cantidades y momentos de aplicación fueron los que se reflejan en la Tabla 16.

Tabla 16: Cantidades y momentos de aplicación de los tratamientos en San Juan de Castrovirreyna.

	Emergencia		Aporque		Dosis
1	-		-		0 – 0 – 0
2	130 kg/ha 133 kg/ha	Fosfato diamónico Cloruro potásico	171 kg/ha	Nitrato de amonio	80 – 60 – 80
3	70 kg/ha 130 kg/ha 133 kg/ha 42,75 kg/ha	Nitrato de amonio Fosfato diamónico Cloruro potásico Nitrato de calcio	70 kg/ha 42,75 kg/ha	Nitrato de amonio Nitrato de calcio	80 – 60 – 80
4	50 kg/ha 67 kg/ha	Fosfato diamónico Cloruro potásico	4000 kg/ha	Compost	75 – 63 – 80
5	50 kg/ha 67 kg/ha 50 kg/ha	Fosfato diamónico Cloruro potásico Nitrato de calcio	4000 kg/ha	Compost	81 – 63 – 80
6	108 kg/ha	Cloruro potásico	600 kg/ha	Guano de isla	72 – 66 – 80
7	108 kg/ha 50 kg/ha	Cloruro potásico Nitrato de calcio	600 kg/ha	Guano de isla	78 – 66 – 80
8	50 kg/ha	Cloruro potásico	5000 kg/ha	Compost	82.5 – 50 – 80
9	Biol foliar (*)		600 kg/ha	Guano de isla	72 – 66 – 15
10	Biol foliar (*)				Despreciable

(*): El biol comenzó a aplicarse en la emergencia y a partir de ese momento se repitió cada 15 días. La dosis de aplicación fue al 2% : 100ml de biol en 5 litros de agua. Son 834ml de solución para cada parcela elemental en cada aplicación.

En cuanto a los momentos de aplicación, ya se ha mencionado que fueron dos: a la emergencia y al aporque.

La mayor parte de los abonos químicos se aplicaron a la emergencia, de forma localizada. Pero hay dos excepciones:

- Tratamiento 2: el nitrato de amonio se aplica al aporque porque se considera que el aporte de nitrógeno que tiene el fosfato es suficiente.

- Tratamiento 3: el nitrato de amonio y el nitrato de calcio se fraccionan y se aplica la mitad al aporque. El motivo es porque se considera que aplicándolo así la planta tiene el aporte necesario en todo momento.

Los abonos orgánicos fueron aplicados al aporque. Aunque esto parezca contradictorio, porque en general este tipo de abonos siempre se aplican en fondo previamente a la siembra, porque su descomposición es más lenta, se realizó de esta forma porque es como acostumbran a hacerlo en la zona. Realmente, al ser una agricultura totalmente manual, resulta complicado hacerlo de otra forma. Podría hacerse a la emergencia, pero no es posible porque supone un doble gasto en mano de obra, es por eso que esperan al momento del aporque para aplicar el abono orgánico, ya que aprovechan la remoción del suelo para tapar el abono y que así esté disponible para la planta. Sin embargo, la condición para hacerlo de esta forma es que sea un abono ya descompuesto, como el compost o guano de isla, a fin de que los nutrientes estén disponibles para la planta a corto plazo.

4.2.2 QUILCA

El día 17-Julio-2010 se procede al marcado de la parcela y a la toma de muestras de suelo para su posterior análisis. El procedimiento es el mismo que en la parcela de San Juan, un muestreo en X, tomando una muestra cada 5 metros a 10 cm de profundidad. Se mezclaron y se homogenizaron para tomar la muestra (de 1 kg aproximadamente) que se llevó a laboratorio.

El cultivo precedente en esta parcela fue maíz, pero estuvo 4 meses en barbecho desde entonces. El rastrojo se quemó.

La parcela experimental tenía unas dimensiones de 34 x 17 m², es decir, un área total de 578 m². A su vez estaba dividida en 3 bloques, cada uno de los cuales ocupaba un tercio del área. Cada bloque estaba dividido en 10 parcelas elementales, correspondientes a los 10 tratamientos ensayados. Cada una de las parcelas elementales tenía unas dimensiones de 5 x 3,4 m², estableciendo 3 líneas de cultivo (caballones) en cada una. El croquis de la parcela de ensayo se puede consultar en el Anejo 8.2.2.

El marco de siembra utilizado fue de 0,85 m de distancia entre líneas y 0,4 m de distancia entre golpes.

En este caso la dosis ensayada fue 80 – 80 – 60, igualmente obtenida del servicio de laboratorio del INIA (Anejo 9.3.2). Al igual que en el caso anterior, se establecieron diez tratamientos diferentes, cuya dosis se aproxima a esta recomendación.

Los tratamientos ensayados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17: Tratamientos ensayados en la parcela de Quilca.

	Urea	(NH ₄) ₂ HPO ₄	KCl	Ca(NO ₃) ₂	Compost	Guano Isla	Biol
1							
2	x	x	x				
3	x	x	x	x			
4		x	x		x		
5		x	x	x	x		
6			x			x	
7			x	x		x	
8		x			x		
9						x	x
10							x

Las combinaciones son las mismas que en la parcela de San Juan, a excepción del tratamiento 8, donde el compost se complementa con fosfato diamónico en lugar de cloruro potásico, debido a que era lo necesario para que la dosis se asemejara a la recomendada. Las cantidades y momentos de aplicación se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Cantidades y momentos de aplicación de los tratamientos en Quilca.

	Emergencia		Aporque		Dosis
1	-		-		0 – 0 – 0
2	106 kg/ha 174 kg/ha 100 kg/ha	Urea Fosfato diamónico Cloruro potásico	-		80 – 80 – 60
3	46 kg/ha 174 kg/ha 100 kg/ha 26,5 kg/ha	Urea Fosfato diamónico Cloruro potásico Nitrato de calcio	46 kg 26,5 kg	Urea Nitrato de calcio	80 – 80 – 60
4	87 kg/ha 34 kg/ha	Fosfato diamónico Cloruro potásico	4000 kg/ha	Compost	81.5 – 80 – 60
5	76 kg/ha 34 kg/ha 53 kg/ha	Fosfato diamónico Cloruro potásico Nitrato de calcio	4000 kg/ha	Compost	86 – 75 – 60
6	73 kg/ha	Cloruro potásico	667 kg/ha	Guano de isla	80 – 73 – 60
7	73 kg/ha 53 kg/ha	Cloruro potásico Nitrato de calcio	667 kg/ha	Guano de isla	86 – 73 – 60
8	87 kg/ha	Fosfato diamónico	4000 kg/ha	Compost	82 – 80 – 40
9	Biol foliar (*)		667 kg/ha	Guano de isla	80 – 73 – 17
10	Biol foliar(*)				Despreciable

(*): El biol comenzó a aplicarse en la emergencia y a partir de ese momento se repitió cada 15 días. La dosis de aplicación fue al 2% : 100ml de biol en 5 litros de agua. Son 834 ml de solución para cada parcela elemental.

El interés que tiene realizar estas combinaciones es el mismo que se ha explicado para el ensayo anterior.

En cuanto a los momentos de aplicación la justificación es la misma que para la parcela de San Juan.

4.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS DE LA ZONA

4.3.1 CLIMATOLOGÍA

El distrito de San Juan de Castrovirreyna tiene un clima propio de la quebrada interandina: árido mesotermal, es decir, cálido, seco y templado.

El sol domina durante 9 meses al año, produciendo más de 3000 horas de insolación anual. Esta insolación sólo se atenúa en los meses de precipitación pluvial (de enero a marzo). Como se puede observar en la Figura 13 se producen 5 meses de sequía al año entre mayo y septiembre, pudiendo comprobar que aproximadamente la mitad del periodo de cultivo de este ensayo se produce en esa época. La precipitación anual es de 185.7 mm (SENAMHI).

La humedad es relativamente baja durante el día y aumenta en la noche.

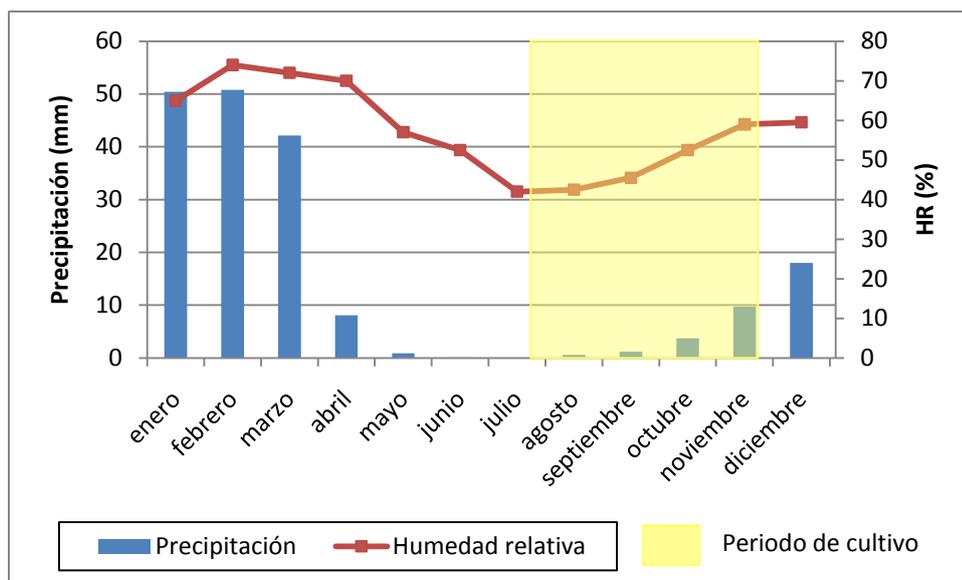


Figura 13: Gráfico de precipitación y humedad relativa. Promedio histórico 1964-2002. Estación San Juan de Castrovirreyna.

FUENTE: Ministerio de Agricultura del Perú e INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales)

La temperatura, como se puede observar en la Figura 14, apenas fluctúa a lo largo del año. Sin embargo sí existe una mayor fluctuación a lo largo del día, desde unos 13°C por la noche hasta unos 25°C por el día. Esta oscilación es mayor todavía en la parte alta.

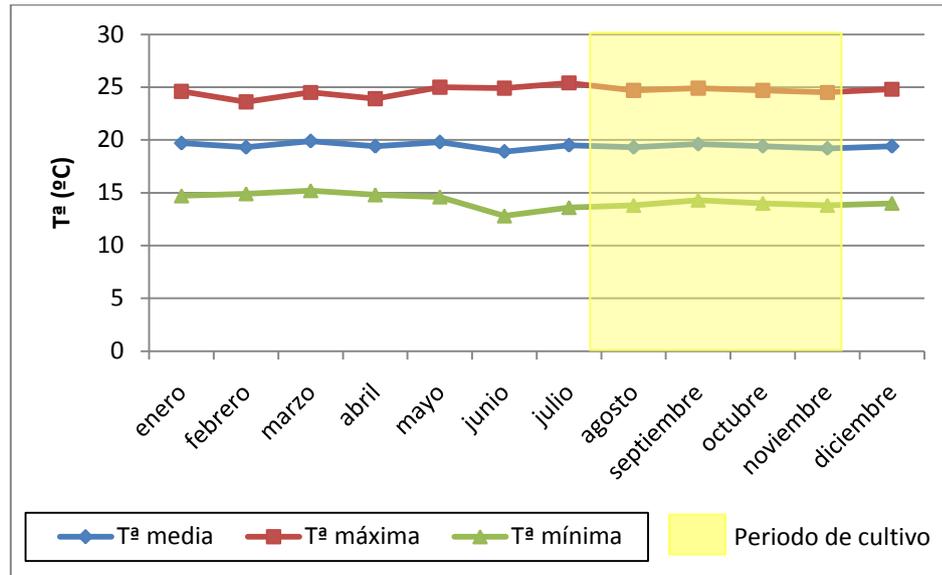


Figura 14: Gráfico de temperatura. Promedio histórico 1964-2002. Estación San Juan de Castrovirreyna.

FUENTE: Ministerio de Agricultura del Perú e INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales)

Debido a estas características climáticas, la vegetación natural de la zona es de tipo desértico, como cactáceas perennes y gramíneas estacionales. Las plantas cultivadas son, sobre todo, de tipo alimenticio y poco diversificadas.

4.3.2 ANÁLISIS DE SUELO

Los análisis físico-químicos fueron realizados en el laboratorio del servicio de suelos del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), en la estación experimental Santa Ana (Huancayo).

Para cada parcela se hizo un solo análisis, intentando que fuese uniforme y aplicable a toda el área de ensayo.

En la Tabla 19 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos de los dos suelos ensayados.

Tabla 19: Resultados de los análisis de suelos.

			SAN JUAN	QUILCA
FÍSICO	Arena (2-0,05mm)	%	50,4	26,4
	Limo (0.05-0.002mm)	%	26	42
	Arcilla (<0,002mm)	%	23,6	31,6
QUÍMICO	Ph	-	6,7	7,5
	Materia orgánica	%	2,6	2,2
	Fósforo (P ₂ O ₅)	ppm	7,3	6,4
	Potasio (K ₂ O)	ppm	182	226
	Nitrógeno (N)	%	0,13	0,11

La parcela de San Juan tiene una textura franco arcillo arenosa, mientras que la de Quilca es franco arcillosa. Ambas según la normativa USDA.

Por tanto, en Quilca hay una granulometría más fina que en San Juan. Esto puede influir a la hora del riego ya que al ser de textura más fina tendrá menos permeabilidad, aunque por otro lado la capacidad de almacenamiento de agua será mayor, pero estará retenida con más fuerza. También tendrá una mayor capacidad de almacenamiento de nutrientes ya que presenta una mayor proporción de arcillas.

Sin embargo, al ser ambas texturas francas, clasificadas como pesadas (Reglamento de clasificación de tierras - Decreto Supremo N° 0062/75-AG.), la diferencia entre ambos suelos no será significativa.

En cuanto al pH, lo ideal para el cultivo de la variedad Alubia es un valor comprendido entre 5.5 y 6.5 (Valladolid, 2005). En San Juan tenemos un valor de 6,7 que se considera neutro (Reglamento de clasificación de tierras - Decreto Supremo N° 0062/75-AG.), muy próximo a ese rango, por lo que no habrá problemas. Pero en Quilca el valor es de 7,5, moderadamente alcalino (Reglamento de clasificación de tierras - Decreto Supremo N° 0062/75-AG.), por lo que podrían aparecer problemas de clorosis por carencia de magnesio, manganeso o zinc (Maroto, 2002).

4.4 MATERIAL VEGETAL

Existen muchas variedades de frijol, sin embargo las más cultivadas en la cuenca del río San Juan son las siguientes: Canario Centinela, Canario Sifax, Canario 2000, Alubia y Red Kidney.

De todas ellas se ha elegido la variedad Alubia para realizar el ensayo. Se trata de una nueva variedad, que ha sido desarrollada mediante un trabajo de colaboración entre el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), PROMPEX (Agencia para la Promoción de Exportaciones del Perú) e IPL (Instituto Peruano de Leguminosas de Grano), a través del Proyecto Leguminosas y el Programa PROMENESTRAS; y con el apoyo financiero de la Cooperación Suiza (1998-2002) y el Proyecto INCAGRO – Programa para la Innovación y Competitividad del Agro Peruano (2003-2005).

Esta variedad fue introducida en la zona gracias al Proyecto de Desarrollo Comunal “Mejoramiento de la capacidad productiva de los productores de frejol en los anexos Marcas y Quilca, comunidad campesina Huachos – Huachos – Castrovirreyna - Huancavelica” financiado por Agrorural a través del Programa de Apoyo a las Alianzas Rurales Productivas de la Sierra – ALIADOS.

La ejecución de este proyecto se llevó a cabo por las organizaciones Desco y Sierra Exportadora, realizando proyectos de capacitación y asistencia técnica post-terremoto, quienes intervinieron en dos campañas de producción con la instalación y manejo de parcelas demostrativas con nuevas variedades (entre ellas la Alubia) y la aplicación y adaptación de nuevas tecnologías a fin de establecer un paquete tecnológico adecuado para la zona.

Siguiendo la línea de este proyecto, y debido a que la introducción de esta variedad se ha realizado recientemente, en la campaña 2008-2009, se pretende estudiarla más a fondo para comprobar su potencial productivo en la zona y su manejo técnico más adecuado. Ya que se han logrado buenos rendimientos para su comercialización en vainas verdes.

Sus características principales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Características de la variedad Alubia.

Procedencia	Cruce entre “Fabe” (España) y “Larán mejorado-INIA” (Perú)
Periodo vegetativo	90 a 105 días
Tipo de crecimiento	Arbustivo determinado – Tipo I (CIAT)
Color de grano	Blanco semi brillante
Tamaño y forma del grano	Grandes arriñodaos
Tolerancia a enfermedades	Resistente al virus del mosaico, roya y oidio
Ph	5.5 – 6.5
Semilla	90 - 100 kg/Ha
Peso de 100 semillas	45 – 55 g
Rendimiento	1500 - 2200 kg/Ha (estimación)
Aceptación comercial	Muy buena en vainas verdes

FUENTE: Adaptado de Valladolid, 2005.

Por tener hábito de crecimiento arbustivo determinado presenta las siguientes características:

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
- En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.
- Altura entre 30 y 50 cm, aunque hay casos de plantas más cortas.
- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Para la siembra se pensó en utilizar semilla certificada, pero ante la imposibilidad de conseguirla en la zona, se utilizó la semilla procedente de la campaña anterior.

4.5 CALENDARIO DE CULTIVO

Las labores que se llevaron a cabo para la realización de los ensayos se realizaron en el periodo entre julio y noviembre de 2010. En las Tablas 21 y 22 se especifica el tipo de labores realizadas y las fechas concretas en cada caso.

Tabla 21: Calendario de cultivo de la parcela de San Juan de Castrovirreyna.

Labor	Fecha
Preparación del terreno	24/07/2010
Siembra	25/07/2010
Resiembra	12/08/2010
Fertilización a la emergencia	13/08/2010
Aporque y fertilización al aporque	24/09/2010
1ª Cosecha	06/11/2010
2ª Cosecha	19/11/2010
3ª Cosecha	25/11/2010

Tabla 22: Calendario de cultivo de la parcela de Quilca.

Labor	Fecha
Preparación del terreno	24/08/2010
Siembra	25/08/2010
Fertilización a la emergencia	16/09/2010
Aporque y fertilización al aporque	11/10/2010
Cosecha	18/11/2010

4.6 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

4.6.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del terreno en ambas parcelas fue la siguiente:

- Aplicación de un riego previo al laboreo (un día antes).
- Labor primaria profunda a 40cm con un arado arrastrado por caballos.
- Surcado del terreno (Figura 15).



Figura 15: Surcado del terreno

4.6.2 SIEMBRA

Previamente a la siembra, la semilla fue tratada con un fungicida, Vitavax, y un insecticida, Vencetho (Figura 16). Necesario para prevenir enfermedades de suelo comunes en la zona como la chupadera (*Rhizoctonia solani*) o ataques de plagas como gusanos de tierra (*Feltia experta* y *Prodenia sp.*).

La siembra se realizó de forma manual, utilizando una pala y colocando las semillas en la “costilla” del surco. Se utilizaron 3 semillas por golpe.

En San Juan se sembró el día 25-Julio-2010 con un marco de 0,7 m x 0,3 m. En Quilca se sembró el día 25-Agosto-2010 con un marco de 0,85 m x 0,4 m.

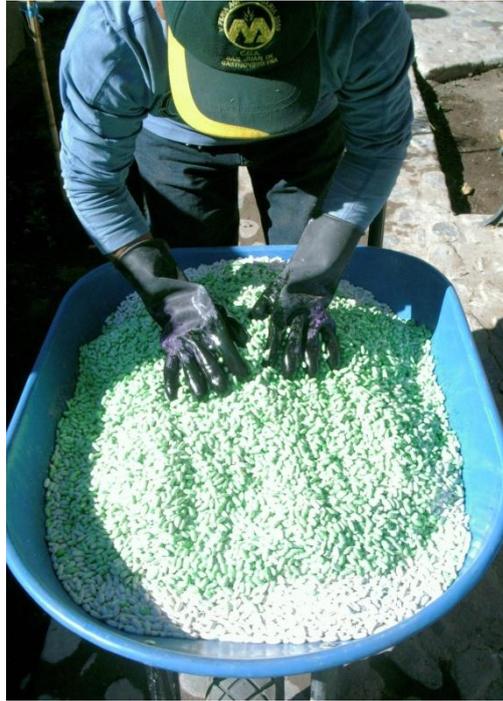


Figura 16: Tratamiento de la semilla previo a la siembra.

4.6.3 ABONADO

En ambas parcelas se realizó el abonado de la misma forma, manualmente, y en dos momentos, a la emergencia y al aporque, tal como se acostumbra en la zona.

Los fertilizantes químicos se aplicaron de forma localizada, es decir, abriendo un pequeño hueco con una pala cerca de cada planta y depositando ahí la dosis correspondiente. Se realizó a la emergencia del cultivo, los días 13-Agosto-2010 en San Juan y 16-Septiembre-2010 en Quilca.

En el caso de los orgánicos, se aplicaron al aporque, distribuyéndose sobre cada surco y posteriormente siendo enterrados al realizar el aporque. Esta operación se realizó los días 24-Septiembre-2010 en San Juan y 11-October-2010 en Quilca.

4.6.4 APORQUE

Esta operación se realizó manualmente mediante un pico. Consistió en levantar y remover la tierra de los surcos amontonándola alrededor del cuello de la planta (Figura 17). Aprovechando esta operación se realizó al mismo tiempo la aplicación de abonos

orgánicos, como ya se ha comentado. Por tanto, las fechas son las que ya se han indicado en el apartado referente al abonado.



Figura 17: Aporque

4.6.5 RIEGO

El sistema de riego utilizado fue por gravedad, mediante surcos.

En primer lugar se realizó un riego previo a la preparación del terreno para que éste se encontrara en las condiciones adecuadas para las labores. Después se esperó hasta que la mayor parte de las plantas hubieran germinado para dar el primer riego al cultivo, ya que de lo contrario podrían lavar la semilla. A partir de ahí los riegos se repitieron cada 5 días aproximadamente, según las condiciones climatológicas y la disponibilidad de mano de obra (Figura 18).

Como se puede observar, en el caso de San Juan la frecuencia de riegos fue aumentando, debido, principalmente, a las condiciones del clima, sobre todo por una mayor insolación. También se comprobó que el terreno no retenía demasiado tiempo el agua, por lo que fue necesario aumentar la frecuencia para no producir un estrés a la planta.

En el caso de Quilca los riegos se mantuvieron más constantes. Pero la variación que existe es debida a las dificultades del acceso al agua de riego, ya que las obras de la zona constantemente taponaban la acequia y había que limpiarla para que el agua llegase hasta la parcela.

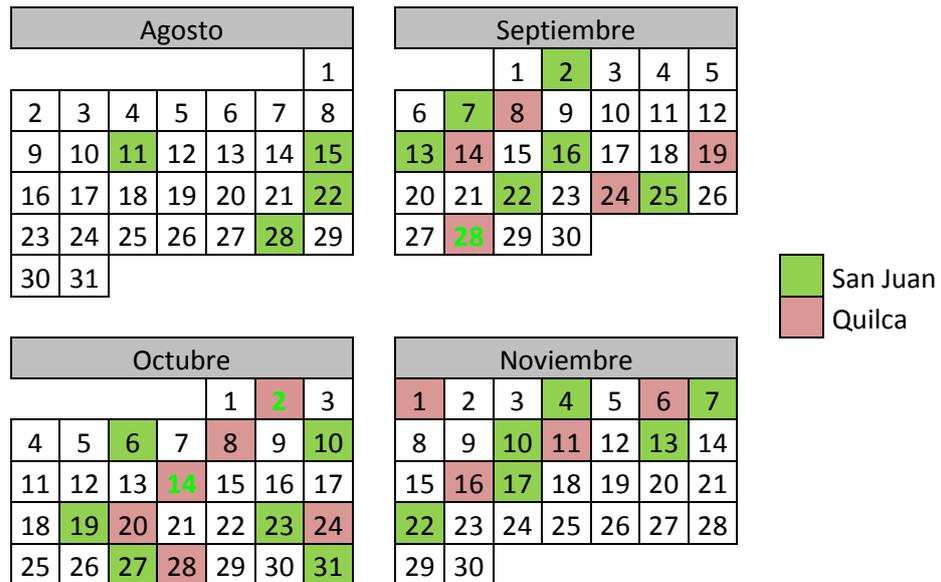


Figura 18: Calendario de riegos.

4.6.6 TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Los tratamientos fitosanitarios llevados a cabo se aplicaron mediante una bomba de fumigación manual de 15 ó 20 litros de capacidad, según la disponibilidad de las mismas.

Los productos utilizados y las dosis se muestran en las Tablas 23 y 24.

Tabla 23: Tratamientos fitosanitarios aplicados en San Juan de Castrovirreyna.

San Juan			
Fecha	Tipo	Producto	Dosis
12/08/2010	Insecticida	FURADAN 4F	30 ml/15 l agua
6/10/2010	Insecticida	DK-TINA	15ml/10 l agua
15/10/2010	Insecticida	DK-TINA	30ml/20 l agua
02/11/2010	Insecticida	DK-TINA	30ml/20 l agua
12/11/2010	Aceite agrícola	Aceite agrícola	50ml/20 l agua

Tabla 24: Tratamientos fitosanitarios aplicados en Quilca.

Quilca			
Fecha	Tipo	Producto	Dosis
10/09/2010	Insecticida	RESCATE	(*)
10/09/2010	Insecticida	TIFÓN + METOMIL	(*)
17/09/2010	Fungicida	VITAVAX + ESCUDO	30 + 30ml/ 20 l agua
07/10/2010	Insecticida	RESCATE	(*)
07/10/2010	Insecticida	LÁSER	(*)
07/10/2010	Fungicida	SULFODÍN	(*)
26/10/2010	Fungicida	FITORAZ	(*)
26/10/2010	Fungicida	PROTEXIN	(*)
05/11/2010	Fungicida	FITORAZ	(*)
05/11/2010	Fungicida	SULFODÍN	(*)

(*) Se desconoce la dosis que usó el agricultor

4.6.7 COSECHA

La cosecha, en verde, se realizó de forma manual utilizando mano de obra local y la propia.

En San Juan se llevó a cabo en 3 fases, ya que la maduración de las vainas se produce de forma escalonada y es necesario cosecharlas en el momento adecuado para que tenga una buena aceptación comercial. Las fechas fueron 6, 19 y 25 de Noviembre de 2010, respectivamente.

En el caso de Quilca, se programaron las fechas de cosecha para el 18, 28 y 8 de Noviembre de 2010.

4.7 TOMA DE MUESTRAS

Las muestras tomadas se reflejan en la Tabla 25, y responden a los parámetros de evaluación que se pretendía estudiar.

Tabla 25: Muestreos realizados.

Parámetro	Momento	Muestreo
Altura de planta (cm)	Tras la 3 ^a cosecha	10 plantas al azar /tratamiento
Tamaño de vaina	En cada cosecha	10 vainas al azar / tratamiento
Peso de 100 granos	En la 2 ^a cosecha	Una vez / tratamiento
Peso fresco / planta	Tras la 3 ^a cosecha	10 plantas al azar / tratamiento
Peso fresco / vaina	En cada cosecha	10 vainas al azar / tratamiento
Peso seco /vaina	En cada cosecha	10 vainas al azar / tratamiento
Rendimiento (kg/Ha)	En cada cosecha	Recolección de toda la parcela experimental

4.8 TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS

Para analizar los datos obtenidos se ha utilizado el programa estadístico SPSS. Se trata de un paquete estadístico cuyo funcionamiento es similar al de todo programa que lleva a cabo análisis estadísticos: pasados los datos a analizar a un fichero con las características del programa, éste es analizado con una serie de órdenes, dando lugar a unos resultados de tipo estadístico que el investigador debe interpretar.

Los análisis realizados han sido los siguientes:

- ANOVA: análisis de varianza. Para contrastar que el efecto de los tratamientos es inexistente, utilizamos el análisis de varianza. La denominación de análisis de varianza resulta de la descomposición de la varianbilidad total de los datos en sus componentes: varianbilidad debida a los tratamientos y varianbilidad no explicada debido al azar.
- Prueba de Rango múltiple Duncan: es una comparación de las medias de tratamientos todos contra todos, de manera que cualquier diferencia existente entre cualquier tratamiento contra otro se verá reflejado en este análisis. Utiliza un nivel de significancia variable que depende del número de medias que entran en cada etapa de comparación. La idea es que a medida que el número de medias aumenta, la probabilidad de que se asemejen disminuye.

El nivel de significación utilizado fue $\alpha \leq 0,05$ en ambos casos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ENSAYO EN SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA

5.1.1 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

5.1.1.1 Altura de planta

La altura media de planta presenta un valor entorno a los 40-45 cm en los tratamientos estudiados.

Como se puede observar en la Figura 19, no existe una gran variabilidad entre tratamientos, siendo el Tratamiento 10 (biol) el que presenta una altura media más baja. En cuanto a las plantas de mayor altura, son los Tratamientos 5 (compost con calcio) y 2 (químico) respectivamente, los que destacan. Pero se observa que los Tratamientos 3 (químico con calcio), 4 (compost) y 6 (guano de isla) están muy próximos.

En general cabría esperar que las plantas del Tratamiento 1 (testigo) fuesen las más bajas, sin embargo los Tratamientos 9 (guano de isla + biol) y 10 (biol) están por debajo.

Al realizar el análisis estadístico no se han encontrado diferencias significativas entre los tratamientos, considerando un nivel de significación de 0,05. Por tanto, no se puede asegurar que las diferencias que existen, en cuanto a la altura de planta, entre los tratamientos se deban exclusivamente a la fertilización.

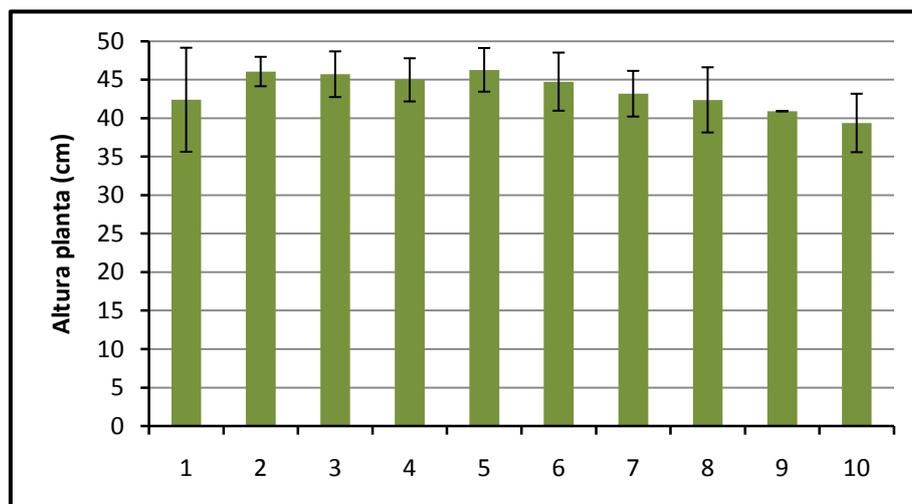


Figura 19: Altura de planta (cm) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyrna.

5.1.1.2 Peso fresco por planta

Observando la Figura 20 se puede ver representado el peso fresco por planta de los tratamientos ensayados.

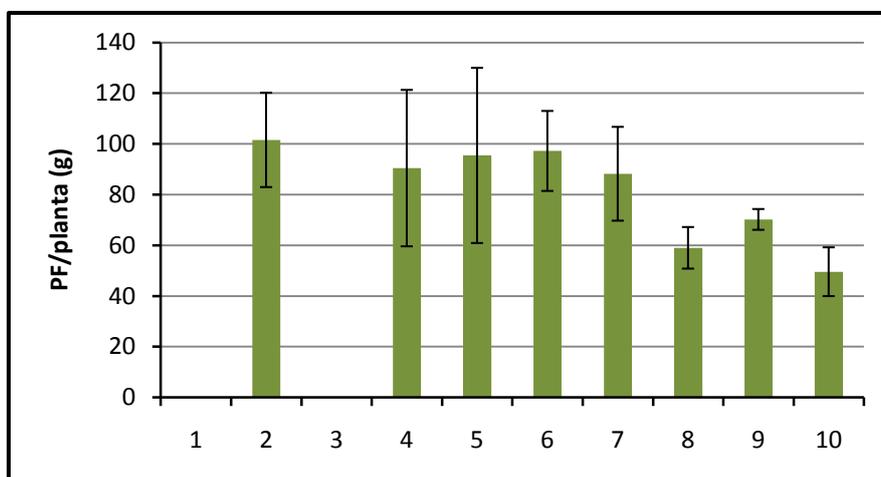


Figura 20: Peso fresco por planta (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.
NOTA: Los datos de los tratamientos 1 y 3 se han perdido para este parámetro.

El valor de la media indica una tendencia similar al parámetro anterior, con los Tratamientos 8 (compost), 9 (guano + biol) y 10 (biol) por debajo, y el Tratamiento 2 (químico) por encima. Sin embargo, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos a un nivel de significación del 5%.

5.1.2 PARÁMETROS DE RENDIMIENTO

5.1.2.1 Longitud de vaina

Para este parámetro la tendencia se vuelve a repetir. En la Figura 21 se puede observar que el Tratamiento 10 (biol) presenta las vainas más cortas, seguido del Tratamiento 1 (testigo). Por el contrario los Tratamientos 2 y 3 (exclusivamente químicos) presenta las vainas más largas.

En este caso sí existen diferencias significativas entre los tratamientos, considerando un nivel de significación de 0,05. Por tanto podemos asegurar que el factor fertilización ha tenido un efecto en este parámetro.

Se puede decir que el Tratamiento 3 (químico con calcio) presenta una longitud superior al resto de tratamientos. El Tratamiento 2 (químico) es superior a todos excepto

a 4 (compost) y 5 (compost con calcio). Mientras que el Tratamiento 10 (biol) presenta una longitud inferior a todos los demás.

También destaca el Tratamiento 5 (compost con calcio), que aún siendo inferior al 3 e igual a 2 y 4, es superior al resto. Cosa que no se puede decir de los tratamientos restantes, que sólo superan al 10 (biol).

Por tanto, el Tratamiento 1 (testigo), únicamente es superior al 10 (biol).

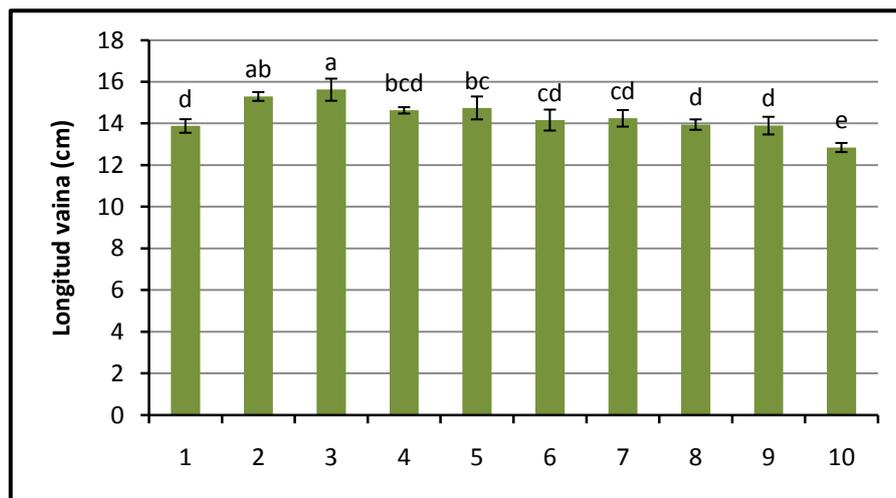


Figura 21: Longitud de la vaina (cm) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.

Para comprobar si el calcio tiene algún efecto sobre la longitud de la vaina se han representado los tratamientos que llevan calcio con sus homólogos que no lo llevan. Con los resultados obtenidos se ha comprobado que los fertilizantes químicos han dado lugar a las vainas más largas, independientemente de si llevaban calcio o no. Pero si se observa la Figura 22 se puede ver que los Tratamientos 3, 5 y 7 que llevan calcio, han dado unas vainas ligeramente más largas que los Tratamientos 2, 4 y 6 respectivamente, que tienen la misma composición excepto el calcio. Sin embargo esas diferencias no son suficientes para afirmar que esos tratamientos den vainas más largas.

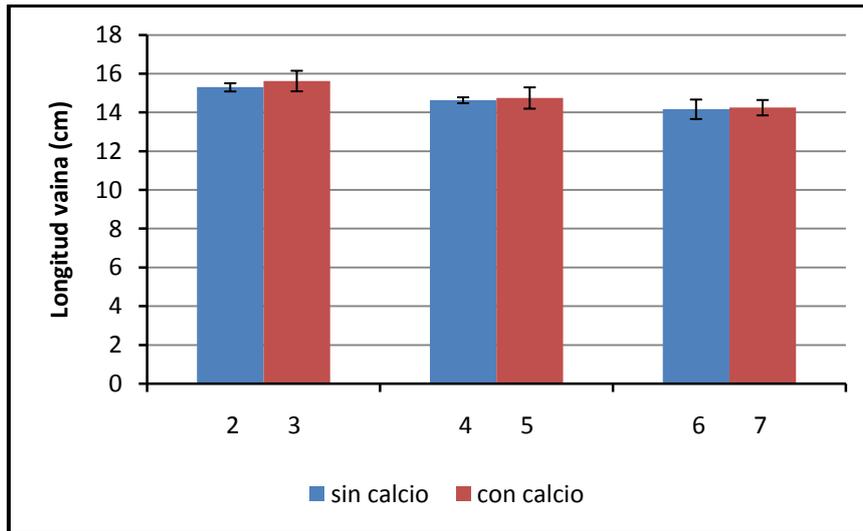


Figura 22: Longitud de las vainas (cm) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo San Juan de Castrovirreyna.

5.1.2.2 Peso de 100 granos

En este parámetro se ha observado una mayor variabilidad. En la Figura 23 se observa que el Tratamiento 9 (guano de isla con biol) presenta el peso más bajo, seguido del 1 (testigo) y 10 (biol). Mientras que los Tratamientos 2 y 3 (exclusivamente químicos), junto con el 5 (compost con calcio) dan los mejores resultados.

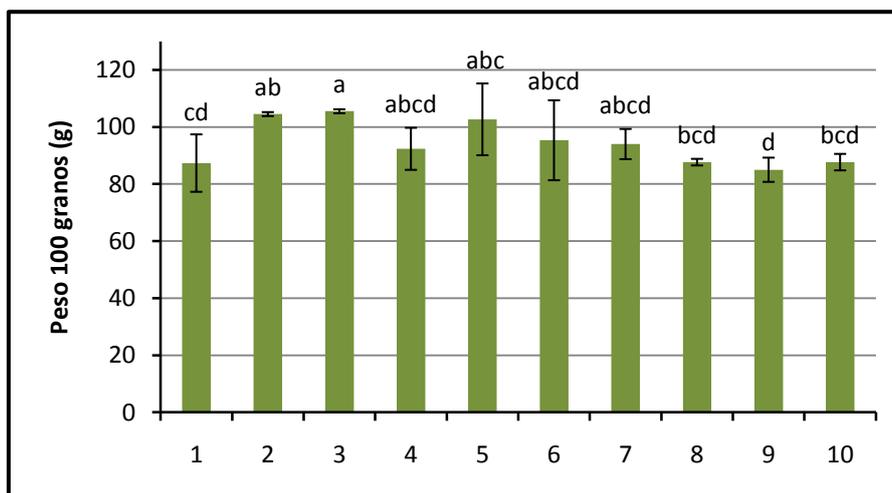


Figura 23: Peso de 100 granos (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.

En base al análisis estadístico se puede decir que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un nivel de significación del 5%.

En este caso el mejor tratamiento es el 3 (químico con calcio) porque se muestra superior a 1 (testigo), 8 (compost), 9 (guano con biol) y 10 (biol). Sin embargo el 2 (químico sin calcio) sólo es superior a 1 y 9; y el 5 (compost con calcio) sólo es superior al 9.

Por tanto, se puede decir que el Tratamiento 9 es el único que resulta inferior a 2,3 y 5.

5.1.2.3 Peso fresco por vaina

En cuanto al peso fresco de las vainas, volvemos a observar la tendencia indicada anteriormente (Figura 24). El Tratamiento 10 (biol) vuelve a ser el más bajo, mientras que los Tratamientos 3 y 2 (exclusivamente químicos) son los más altos.

Teniendo en cuenta el análisis estadístico, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significación del 5%.

De nuevo el Tratamiento 3 (químico con calcio) se muestra superior, se puede decir que da mejores resultados que todos los tratamientos excepto 2 (químico), 4 (compost) y 5 (compost con calcio). Le sigue el Tratamiento 2 (químico) que es superior a 6 (guano de isla), 9 (guano de isla con biol) y 10 (biol). Por tanto, los tratamientos químicos vuelven a destacar sobre los orgánicos.

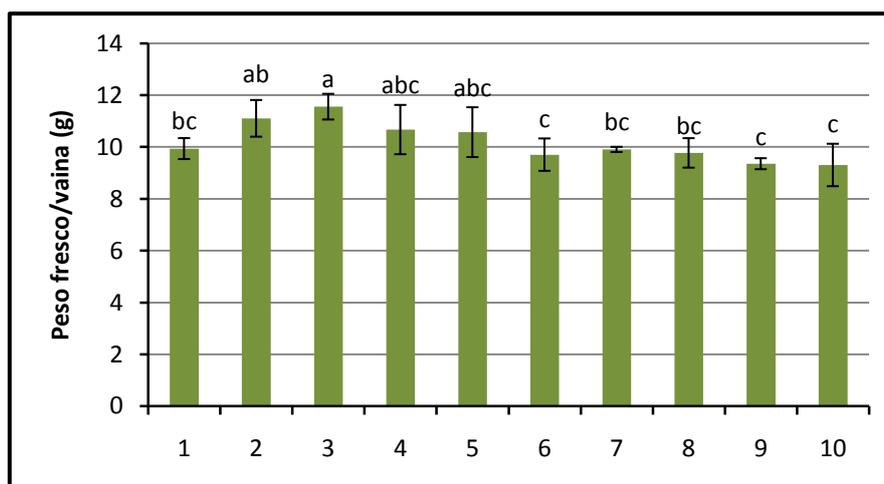


Figura 24: Peso fresco por vaina (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.

Al igual que para el parámetro de longitud de vaina, se ha representado en la Figura 25 los pesos frescos de los tratamientos que no llevan calcio con sus homólogos que sí lo llevan.

Se puede ver que apenas existen diferencias, con lo que parece que el calcio no ha tenido un efecto importante en este sentido.

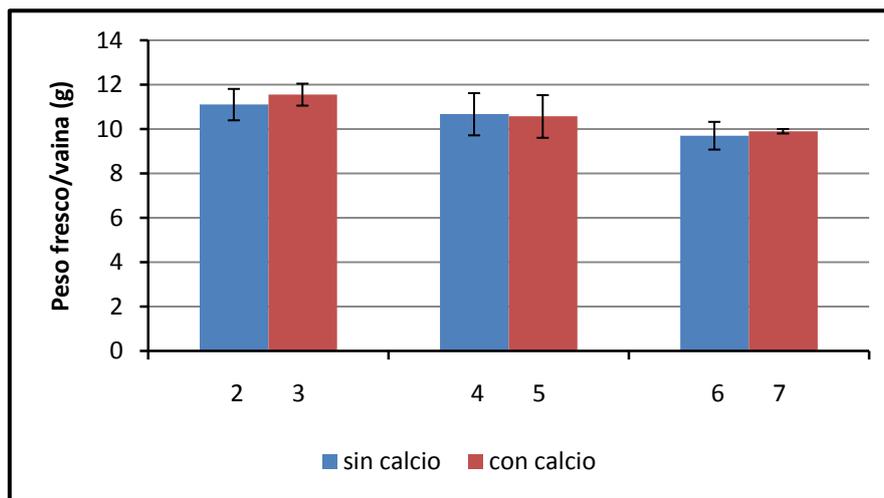


Figura 25: Peso fresco por vaina (g) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo San Juan de Castrovirreyna.

5.1.2.4 Peso seco por vaina

En principio, el peso seco debería presentar una tendencia similar a la del peso fresco. Como se observa en la Figura 26, destaca el Tratamiento 2 (químico) por arriba y el Tratamiento 10 (biol) por abajo.

En base al análisis estadístico se puede afirmar que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, tomando un nivel de significación de 0,05.

El Tratamiento 2 (químico) es superior a todos excepto 3 (químico con calcio), 4 (compost) y 5 (compost con calcio).

Este grupo de tratamientos (2, 3, 4 y 5) son superiores al resto, exceptuando el 6 (guano de isla).

En cuanto al testigo, dando un valor más alto del que cabría esperar, pero se mantiene en el grupo de los peores tratamientos.

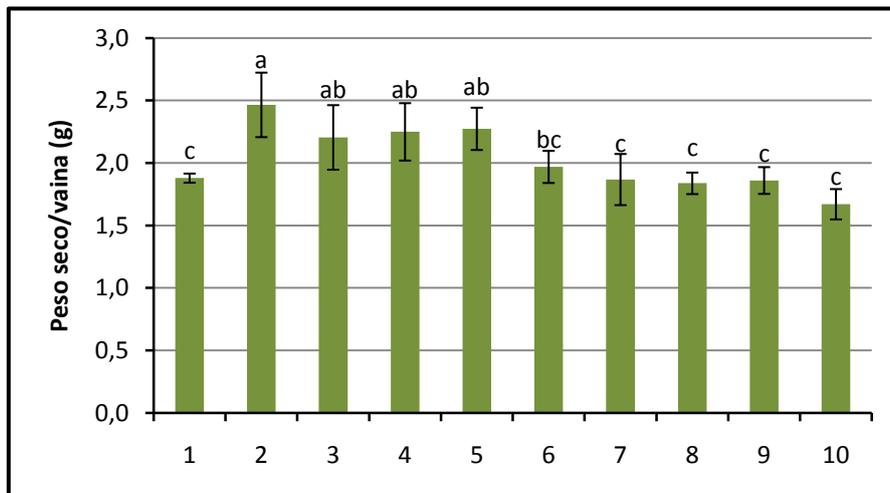


Figura 26: Peso seco por vaina (g) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyna.

En cuanto al efecto del calcio comentado anteriormente, se ha realizado la misma comparación con este parámetro, lo que se observa en la Figura 27.

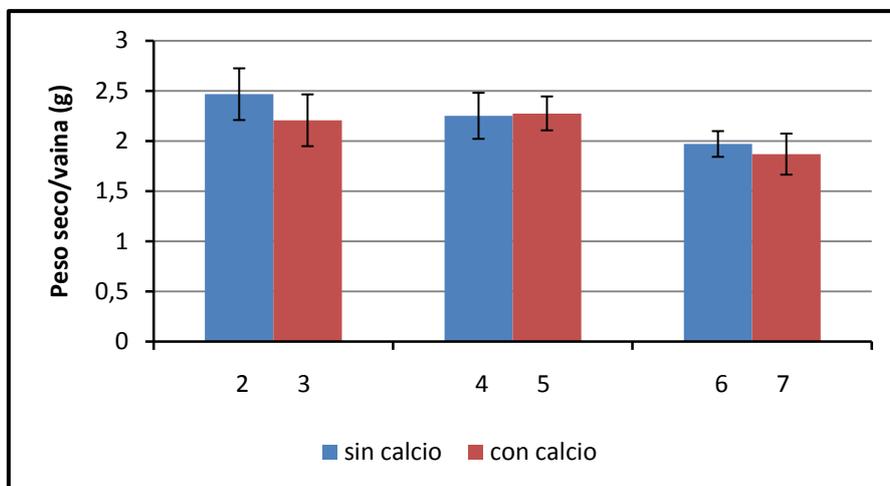


Figura 27: Peso seco por vaina (g) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo San Juan de Castrovirreyna.

En este caso los tratamientos que incorporan calcio no presentan un peso seco de las vainas superior a los que no lo llevan, exceptuando el caso de los Tratamientos 4 y 5, donde sí es ligeramente superior. Sin embargo las diferencias no son significativas. Por lo que parece que este elemento nutritivo no ha influido.

5.1.2.5 Rendimiento en vaina verde

Por último se ha representado el rendimiento. A simple vista se pueden observar diferencias entre los tratamientos (Figura 28). Destacando 5 (compost con calcio) y 4 (compost) positivamente, y en último lugar 9 (guano de isla con biol) y 8 (compost). Sin embargo, los errores obtenidos son muy grandes. El origen de estos errores está en la variabilidad de resultados obtenidos para las tres repeticiones de cada tratamiento.

Por tanto, al realizar el análisis estadístico con estos datos se ha obtenido que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, a un nivel de significación del 5%. Sin embargo, sí podríamos hablar de tendencias, porque a pesar de que no haya diferencias significativas, y por tanto, no se pueda afirmar que exista un tratamiento con mejor rendimiento que otro, los tratamientos 2 y 3 (químicos) muestran una tendencia a dar un rendimiento superior, cosa que coincide con lo observado para los principales componentes del rendimiento.

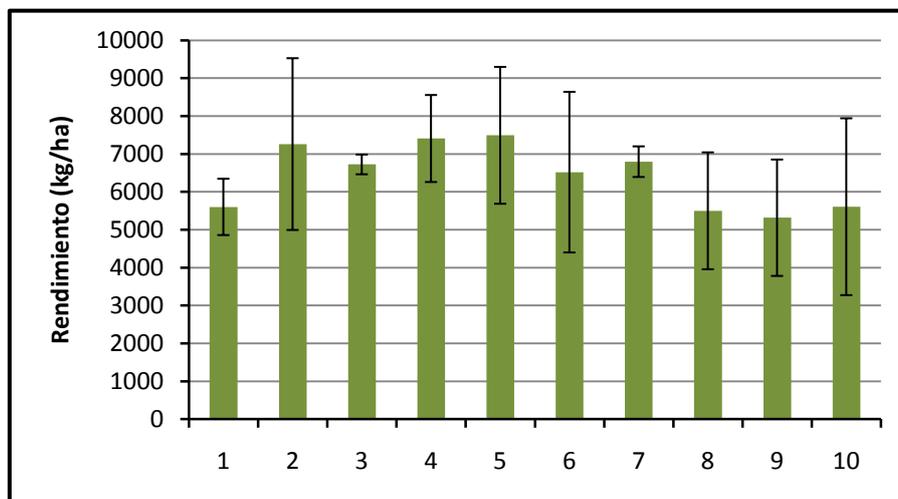


Figura 28: Rendimiento (kg/ha) por tratamiento en el ensayo de San Juan de Castrovirreyña.

Si analizamos entre sí los tratamientos que contienen y no contienen calcio (Figura 29), se puede decir que no existen diferencias significativas entre ellos. Teniendo en cuenta el valor de la media, se observa que en el caso de los fertilizantes químicos (2 y 3) el calcio no ha supuesto una mejora del rendimiento, incluso a dado un peor resultado. Sin embargo en los tratamientos en los que el principal aporte de

nitrógeno ha sido en forma orgánica (4 y 5 compost; 6 y 7 guano de isla) sí se ha producido un ligero aumento del rendimiento. Pero este efecto podría ser debido al aporte de calcio o también al pequeño aporte de nitrógeno inorgánico que supone el nitrato de calcio.

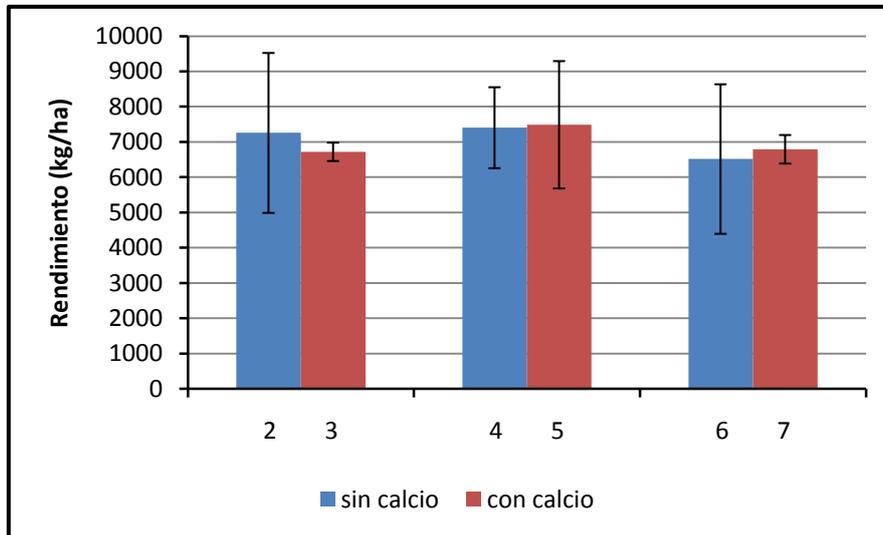


Figura 29: Rendimiento (kg/ha) de los tratamientos que llevan calcio en comparación con los que no lo llevan. Ensayo San Juan de Castrovirreyna.

5.2 ENSAYO EN QUILCA

En el ensayo de Quilca surgió un problema que va a evitar que los datos obtenidos puedan tenerse en cuenta a la hora de llegar a las conclusiones.

A partir del día 24-Obtubre-2010 se comenzó a observar en las plantas unos síntomas de los que se desconocía su origen. Al inicio las plantas presentaban un ligero amarilleamiento con manchas rojizas en las hojas que llevaban al secado completo de la hoja y su posterior caída (Figura 30).

Al principio estos síntomas hicieron sospechar que se trataba de algún tipo de enfermedad fúngica no común en la zona. Se intentó combatir con aplicaciones de dos fungicidas, Fitoraz y Protexín el día 26-Obtubre-2010. Al ver que no producían efecto, se aplicó de nuevo Fitoraz junto a un acaricida, Sulfodín el día 5-Noviembre-2010.

Ninguna de estas aplicaciones tuvo efecto alguno sobre el cultivo. Se decidió llevar una muestra al laboratorio de fitopatología de la Universidad Agraria La Molina (Lima), donde sugirieron que el daño podría estar causado por alguna bacteria, como *Xanthomonas*. Sin embargo, también se acudió al SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), al laboratorio de sanidad vegetal y allí descartaron cualquier tipo de plaga o enfermedad. No estaban seguros, pero se decantaban por alguna deficiencia, toxicidad por algún elemento o causas climatológicas.

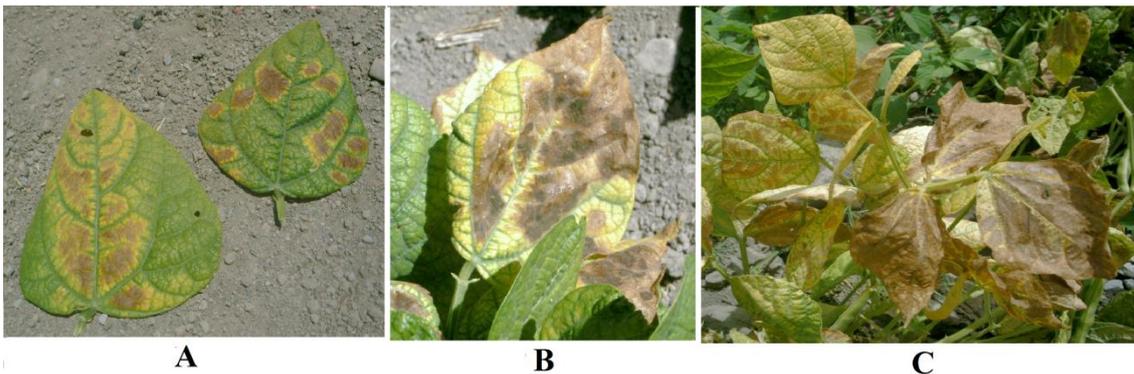


Figura 30: Síntomas problema del ensayo de Quilca. **A:** inicial; **B:** intermedio; **C:** final.

A pesar del problema surgido, se llevó a cabo el muestreo correspondiente, en una sola cosecha, el 18 de Noviembre de 2010. En la Figura 31 se muestran los valores obtenidos para el rendimiento.

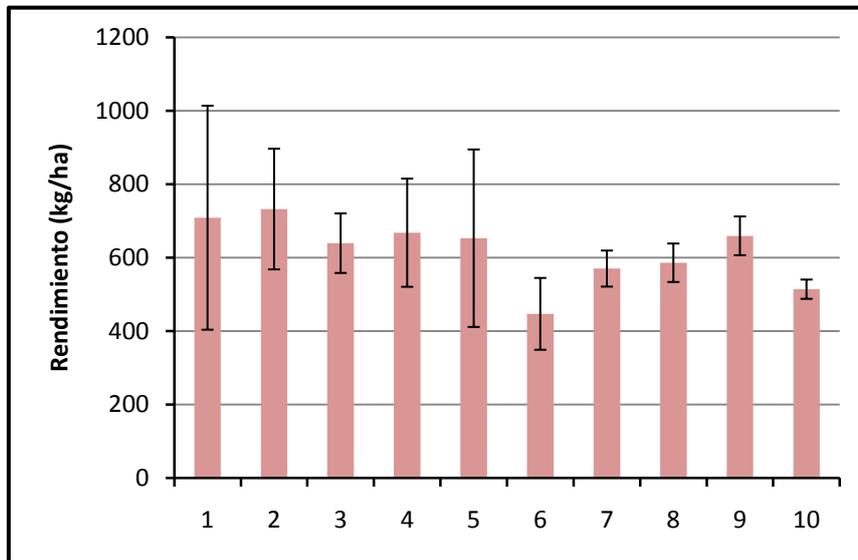


Figura 31: Rendimiento (kg/ha) por tratamiento en el ensayo de Quilca

Analizando estos resultados se puede observar una gran variabilidad. Según el análisis estadístico, no existen diferencias significativas para ninguno de los parámetros de estudio.

Debido al problema surgido, los tratamientos han sufrido una merma importante en los rendimientos, dando lugar a unos valores muy bajos en comparación con los de San Juan.

Además se intuye que no toda el área de ensayo estuvo perjudicada con la misma intensidad, hecho que impide comparar unos tratamientos con otros.

5.3 DISCUSIÓN CONJUNTA

Habiendo analizado por separado los componentes del rendimiento, así como el rendimiento obtenido en cada tratamiento, la visión general es que se intuye un mejor resultado para el caso de los fertilizantes químicos (Tratamientos 2 y 3). Sin embargo, se ha producido una variabilidad bastante grande en los resultados de rendimiento en las diferentes repeticiones, y es por eso que al hacer el análisis estadístico no se han encontrado diferencias significativas para este parámetro. Por tanto, como para las variables en las que sí se han encontrado diferencias siempre se han visto por encima los Tratamientos 2 y 3, se podría decir que existe una tendencia a que los fertilizantes químicos den lugar a los mejores resultados en la cosecha.

Si se analiza el comportamiento de cada tipo de fertilizante se puede destacar lo siguiente.

Los Tratamientos 2 y 3, que son exclusivamente químicos, han tenido buenos resultados en todos los parámetros estudiados. Ya sea uno de ellos o los dos, siempre se han mantenido en cabeza. Hay que exceptuar el rendimiento, donde han destacado 4 y 5, pero al no haber diferencias significativas no podemos asegurar que ningún tratamiento sea mejor que otro.

Seguramente, el factor decisivo que ha influido en esa mejor tendencia de los fertilizantes químicos ha sido su rapidez en cuanto a su asimilación por las plantas. Ya que, la urea y los fertilizantes con amonio son sometidos a una rápida conversión en la mayoría de suelos arables. Cuando la urea o fertilizantes que la contienen son aplicados, la urea es normalmente hidrolizada rápidamente por la enzima ureasa a la forma de carbonato de amonio. Este se descompone para producir NH_3 y NH_4^+ que son absorbidas directamente por el cultivo (Wiesler, 1998).

Otro aspecto discutible sería la dosis aplicada. Teniendo en cuenta que el frijol es una leguminosa, sería posible la fijación de nitrógeno atmosférico y su posterior uso por el cultivo, sin embargo, en la zona de estudio no existe la cepa de *Rhizobium* adecuada para que se produzca nodulación y por tanto, tampoco fijación. Así que, todo el nitrógeno que necesita el cultivo debe proceder de la reserva del suelo y del aporte de los fertilizantes. Según Urzua et al. (2003), no hubo diferencias significativas en los rendimientos al aplicar una dosis de 70 kg/ha de nitrógeno, en comparación con la

inoculación de cepas seleccionadas. Por tanto, un buen aporte nitrogenado puede suplir el efecto de la nodulación.

Los Tratamientos 4 y 5, a base de compost y un aporte químico para complementar la dosis, también han dado lugar a buenos resultados. En general se han mantenido justo detrás de los químicos en la mayoría de parámetros, pero al llegar al rendimiento son los que mejores resultados han obtenido, a pesar de que no podamos decir que existan diferencias con el resto.

Los Tratamientos 6 y 7, a base de guano de isla y suplementados con químicos para llegar a la dosis media, parece que presentan un comportamiento más discreto que los anteriores. En la mayoría de parámetros medidos se encuentran por detrás de los cuatro mencionados anteriormente.

El Tratamiento 8, compost suplementado con KCl, se incluyó en el estudio para compararlo con el 6 (guano de isla con KCl). Con los resultados obtenidos se ha visto que el tratamiento 8 ha dado unos resultados peores que el 6 en todos los parámetros estudiados exceptuando el peso fresco por vaina.

En este caso se sospecha que ese peor funcionamiento por parte de los abonos orgánicos en general, puede ser debido a que al aplicarlos al aporque no hayan tenido el tiempo suficiente para descomponerse y aportar los nutrientes necesarios al cultivo. Se puede considerar que todo el P, el K, los elementos secundarios y los oligoelementos que contienen estos residuos están ya en formas directamente asimilables para el cultivo o que se convertirán en ellas en un plazo razonablemente corto (Saña et al. 1996). En cambio la situación del N es mucho más compleja ya que está ligada a la evolución de la materia orgánica del residuo, la cual, una vez en el suelo, está sometida a dos procesos paralelos, la mineralización y la humificación. Durante la mineralización del nitrógeno orgánico se libera nitrógeno amoniacal, el cual puede ser adquirido por las plantas, ya sea directamente, ya sea previa transformación a nitrógeno nítrico, que es lo usual. El ritmo de generación de nitrógeno inorgánico coincidirá pues aproximadamente con el de la mineralización de la materia orgánica y se verá afectado por los mismos factores (pH, temperatura, humedad y aireación del suelo, arcilla, carbonatos, etc.). La cantidad de nitrógeno mineralizado dependerá de este ritmo y de la reserva de nitrógeno orgánico (o materia orgánica) del suelo. Sin embargo, a la vez se produce la

humificación, haciendo que una fracción del N-inorgánico (del residuo, del suelo o del generado por la mineralización de la materia orgánica de ambos) se incorpora en forma de N-orgánico al humus o queda sujeto a la típica dinámica de este dentro del suelo. Por tales motivos los residuos orgánicos pueden actuar, ya sea como suministradores de N para el cultivo siguiente, ya sea como bloqueadores del N-inorgánico del suelo. Este comportamiento vendrá determinado por su relación C/N y por su capacidad para transformarse en humus (Saña et al. 1996).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que los tratamientos que llevan abono orgánico han sido suplementados con químicos. Los tratamientos 4 y 5 que llevan compost, se suplementaron con fosfato diamónico y cloruro potásico. Pero los tratamientos 6 y 7, a base de guano de isla solo se suplementaron con cloruro potásico. Por tanto, los tratamientos 4 y 5 han tenido una fuente de nitrógeno inorgánica que el 6 y 7 no, puede que por eso en general sus resultados sean mejores, aunque realmente no se puede decir que existan diferencias significativas entre ellos en ningún parámetro.

El tratamiento 10, a base únicamente de biol, ha resultado ser el que peores resultados ha obtenido en todos los parámetros, exceptuando el peso de 100 granos y el rendimiento, donde ha sido superior a 8, 9 y 1. Pero se observa también que el Tratamientos 9, con guano de isla y biol, no presenta una tendencia mucho mejor.

A pesar de ser el biol un fertilizante orgánico, se ha separado del grupo anterior para su discusión por ser de aplicación foliar. Realmente su concentración y frecuencia de aplicación ha sido establecida como “prueba”, ya que no había referencias de su uso en la bibliografía. Por este motivo, puede que la concentración utilizada haya sido excesiva y haya afectado de forma negativa al cultivo, en lugar de favorecerlo. Otro aspecto que no se tuvo en cuenta fue que la concentración aplicada debería haberse ajustado a cada fase de desarrollo del cultivo, ya que las necesidades pueden variar. Podemos citar como ejemplo el cultivo de banano, donde se aplica al 50% en la etapa antes de floración, al 75% después de floración y al 25% en el cuajado de frutos (Pino, 2005).

También existe la posibilidad de aplicar este fertilizante en suelo directamente o mezclado con materia orgánica. Quizá esta forma de aplicación habría resultado mejor ya que no afectaría a la parte aérea de la planta.

En cuanto al calcio, en primer lugar hay que comentar que en los análisis de suelos no aparecía el valor de este elemento, por lo que las aportaciones se hicieron en base a la bibliografía. Según Feagley y Fenn (1999), la mejor cantidad de calcio para aplicar es de media a una libra de cloruro cálcico por una libra de urea. Esta proporción aumenta los rendimientos del 14 al 50%. Sin embargo, es difícil calcular la cantidad precisa de calcio que se necesita porque cuando la planta absorbe el amonio, desprende una cantidad equivalente de hidrógeno. Este hidrógeno, a su vez solubiliza el carbonato cálcico precipitado si está presente. La urea incorporada al suelo precipita el calcio aun en tierra ácida. Así que hay cierta cantidad de este calcio que ocurre naturalmente y se combina con el calcio suplementario para estimular el crecimiento de las plantas.

Lo más apropiado habría sido partir del dato de calcio en el suelo para ver si realmente es necesario un aporte, sin embargo según Sánchez y Cochrane (1980), el 89% de los suelos en América Latina son deficientes en N, y el 82%, 54%, 51%, 50%, 49% y 49% son deficientes en P, K, S, Zn, Ca y Mg respectivamente. Como es lógico, dados estos datos, los frijoles crecen en esta región sufriendo estrés nutricional a menudo. Por tanto, es posible que el suelo sea deficiente en calcio.

Finalmente, no se puede concluir nada respecto a ningún elemento en concreto, ya que se han ensayado fertilizantes y los tratamientos incluían una combinación de todos ellos.

5.4 ESTUDIO DE COSTES

Uno de los objetivos del trabajo era determinar cuál de los tratamientos resultaba más rentable para el agricultor.

Para que el análisis de costes sea lo más sencillo posible, se ha considerado que el manejo del cultivo, al margen de la fertilización, es exactamente igual para los diez tratamientos ensayados.

Por tanto, se ha calculado el coste de cada tratamiento en lo que respecta al abonado, teniendo en cuenta el precio de los insumos (Tabla 26), y la mano de obra necesaria. En la zona la mano de obra se paga por jornales, es decir un día de trabajo por persona se paga a 30 soles (sin comida) ó 25 soles (con comida). Se trabaja de 8 de la mañana a 5 de la tarde con dos descansos de media hora y un tercero de una hora para la comida. Se considera que para abonar una hectárea hacen falta 5 jornales. Hay que tener en cuenta que al aplicar los abonos orgánicos al aporque no supondrán un coste mayor de mano de obra, ya que esa operación debe realizarse de todas maneras.

Para fumigar una hectárea, en este caso con biol, son necesarios 2 jornales. También se tendrá en cuenta que se realizaron 6 aplicaciones a lo largo del cultivo.

Tabla 26: Precio de los fertilizantes utilizados (Soles¹).

Insumo	Unidad	Precio
Urea	Saco 50 kg	60
Nitrato de amonio	Saco 50 kg	70
Fosfato diamónico	Saco 50 kg	90
Cloruro potásico	Saco 50 kg	100
Nitrato de calcio	Saco 25 kg	68
Compost	Saco 50 kg	20
Guano Isla	Saco 45 kg	33
Biol	Litro	32

¹ 1 Euro = 3,74830 Soles (a 25-Noviembre-2010)

Para los ingresos se ha considerado el rendimiento medio de cada tratamiento en el ensayo de San Juan y el precio del kilo de frijol en verde en el momento del ensayo, que rondaba entre 0,8-1Soles/kg, aunque unos meses antes el precio hubiera alcanzado máximos de 2-2,20 Soles/kg.

Realizando la diferencia entre los gastos e ingresos se obtendrá el beneficio de cada tratamiento por hectárea sin tener en cuenta el resto de costes asociados al cultivo (Tabla 27).

Tabla 27: Gastos, ingresos y beneficio (soles ha⁻¹) asociados a cada tratamiento.

	GASTOS ¹		INGRESOS ¹	BENEFICIO ¹
	Fertilizantes	Mano de obra		
T1	-	-	4.480,9	4.480,9
T2	745,9	150	5.807,4	4.911,5
T3	935,1	150	5.378,7	4.293,6
T4	1.826,5	150	5.925,3	3.948,8
T5	1.962,5	150	5.992,3	4.029,7
T6	1.032	-	5.215	4.183
T7	1.168	-	5.436,4	4.268,4
T8	2.100	-	4.398,9	2.298,9
T9	3.100,8	360	4.252,6	791,8
T10	2.284,8	360	4.481	1.836,2

¹ 1 Euro = 3,74830 Soles (a 25-Noviembre-2010).

Los diferentes tratamientos han dado lugar a beneficios bastante variados.

Primeramente llama la atención el Tratamiento 1 (testigo), que da lugar a los mayores beneficios después del Tratamiento 2 (químico). Lo que indica que en este caso, los rendimientos obtenidos no han sido tan bajos y al no haber ningún coste asociado a la fertilización, el margen obtenido es bueno. Esto quiere decir que este suelo, de por sí, ha dado lugar a un buen aporte nutricional al cultivo.

Para los casos en los que se decida aportar fertilizante, comparando los tratamientos exclusivamente químicos (2 y 3) con los orgánicos (el resto), los primeros han resultado más rentables. Sin embargo, como ya se ha visto, no hubo diferencias significativas en los rendimientos, por lo que ese mayor beneficio se pudo conseguir, principalmente, porque el coste de los fertilizantes químicos fue menor. Sin embargo, como ya se ha comentado, los fertilizantes orgánicos podrían reducir su coste si no fuese necesario aplicarlos en todos los años en este cultivo.

Si comparamos entre sí los tratamientos que llevan abonos orgánicos sólidos (4, 5, 6, 7, y 8), se observa que no existe gran variación entre ellos. Solamente el Tratamiento 8 (compost con KCl) presenta un valor claramente más bajo, pero es debido a los bajos rendimientos obtenidos.

Por otro lado, tenemos los Tratamientos 9 y 10 que incorporan un abono orgánico líquido, el biol. Con su aplicación se obtuvieron los beneficios más bajos. Esto es debido principalmente al elevado coste del biol. Por tanto, podríamos decir que en este caso, el manejo, la cantidad y frecuencia aplicadas no han sido correctas, ya que los rendimientos obtenidos han sido de los más bajos y además su coste asociado es el más alto. Esto no quiere decir que su uso no sea aconsejable, simplemente que hay que estudiar más su aplicación en este cultivo para que resulte beneficioso.

6. CONCLUSIONES

En cuanto a **la respuesta del cultivo**:

1. En cuanto al desarrollo vegetativo de las plantas, no se obtuvieron diferencias significativas entre los fertilizantes químicos y orgánicos.
2. Los fertilizantes químicos dieron lugar a los valores más altos en los componentes del rendimiento: longitud de vaina, peso de 100 granos y peso fresco y seco por vaina.
3. En cuanto al rendimiento de vaina verde, no se obtuvieron diferencias significativas entre los fertilizantes químicos y orgánicos, a pesar de que los fertilizantes químicos muestran una tendencia a dar mayor rendimiento.
4. La aplicación de calcio no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento ni sobre el resto de variables medidas.
5. El uso de biol como fertilizante resulta cuestionable, por lo menos con la metodología ensayada.

En cuanto a **la rentabilidad**:

6. Los mayores beneficios se obtuvieron con los tratamientos exclusivamente químicos o sin fertilizar.
7. Los fertilizantes orgánicos sólidos, en general, dieron lugar a beneficios algo inferiores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que su aplicación podría no ser necesaria en todas las campañas, por lo que su coste podría disminuir.
8. El fertilizante orgánico líquido, biol, con la concentración y frecuencia ensayadas resultó excesivamente costoso, dando lugar a los beneficios más bajos.

7.- PAUTAS PARA FUTUROS ENSAYOS

Al haberse realizado al presente trabajo en un contexto diferente al que se acostumbra a llevar a cabo un ensayo experimental, a continuación se van a dar unas pautas para que en futuros trabajos de este tipo se puedan eliminar ciertas dificultades y posiblemente, se obtengas mejores resultados.

Los principales aspectos a tener en cuenta serían los siguientes:

- Elección más exhaustiva de la o las parcelas experimentales, para que además de ser un área representativa de la zona, se pueda eliminar, en la medida de lo posible, la variabilidad en este aspecto.
- Planteamiento del experimento con la antelación suficiente para hacerse con los insumos necesarios, mano de obra o cualquier factor necesario para el ensayo. Ya que la accesibilidad de la zona dificulta este aspecto.
- Un mayor detenimiento en el diseño del riego por superficie, ya que al ser una zona con pendientes es necesario establecer los surcos correctamente (en longitud y dirección) para que toda la parcela de ensayo reciba el mismo aporte hídrico y no de lugar a variabilidad entre las repeticiones.
- En cuanto a las labores del cultivo, respetar las tradiciones de la zona, pero en algunos casos se podrían proponer cosas diferentes encaminadas a una mejora de esas prácticas. En este trabajo en concreto, sería interesante aplicar los abonos orgánicos junto a las labores de preparación del terreno, que aunque incremente algo los costes en mano de obra, sería interesante para su estudio.
- Sería conveniente contar con un análisis de suelo más completo y conocer el método de cálculo de la dosis de abonado recomendada.
- Para el manejo fitosanitario se recomienda seguir las indicaciones de los agricultores de la zona, ya que conocen bien qué plagas afectan a los cultivos y su estacionalidad. Aunque siempre analizando todo bajo el criterio de un técnico.

8.- BIBLIOGRAFÍA

Agundis, O., Valtierra, A., Castillo, B. 1963. *Periodos críticos de competencia entre frijol y malezas.* Agricultura Técnica en México. 2(2): 87-90.

Aparcana, S., Jansen, A. 2008. *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción de biogás.* German ProfEC GmbH y German ProfEC-Perú SAC (Consultora profesional de energía y medio ambiente).

Araya, C. M. 2008. *Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central.* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Arias, J. H., Jaramillo, M. y Rengifo, T. 2007. *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble.* Gobierno de Antioquía (Colombia), MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”, FAO.

Barreto, A. 1970. *Competencia entre frijol y malas hierbas.* Agricultura Técnica en México. 2(12): 519-526.

Becker-Dillingen, J. 1956. *Handbuch des gesamtem Gemüsebaues. (Manuel des cultures maraichères).* Berlín, Paul Parey.

Beebe, S. E. y Pastor-Corrales, M. 1991. *Breeding for disease resistance.* En: Common Beans: research for crop improvement. V. A. Schoonhoven y O, Voysest. Ed. CAB International and CIAT, Wallingford.

Bubbenzer G. D. y Weis, G. G. 1974. *Effect of wind erosion on production of snap beans and pears.* Journal of the American Society for Horticultural Science. 99: 527-529.

Casalí, S. *Algunos temas sobre riego superficial.* Departamento de proyectos e ingeniería rural. Universidad Pública de Navarra.

Castañeda, V. 2000. *El frijol o frejol.* Monografía. UNPRG. Lambayeque.

CIAT 1980. *Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

CIAT 1982. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

CIAT 1984. *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

Córdoba, O. y Casas, H. 2003. *Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina.* Boletín Técnico N° 20, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquía, Colombia.

Desco 2009. *Plan estratégico concertado para el desarrollo del distrito de San Juan de Castrovirreyna 2004-2020.* Desco y Municipalidad Distrital de San Juan de Castrovirreyna. Lima.

Dominguez, V. A. 1997. *Tratado de fertilización.* Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

ENDES 2000. *Encuesta Demográfica y de Salud familiar 2000.* INEI, UNICEF, USAID. Lima.

Faegley, S. E. y Fenn, L. B. 1999. *El uso del calcio soluble para estimular el crecimiento vegetal.* Servicio de extensión agrícola de Texas.

F.A.O. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/corp/statistics/es/>

Flor, M. C. 1985. *Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol.* En: Frijol: Investigación y producción. CIAT 1985.

Flores, E. J. 2004. *Breve historia de la comida mexicana.* Ed. De bolsillo. México.

Fourel, A. 1970. *La judía verde: economía, producción, comercialización.* INVUFLEC (Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Legumes et Champignons). Ed. Acribia D. L. París.

Gepts, P. y Debouck 1991. *Origin, domestication and evaluation of the common bean (Phaseolus vulgaris L.).* En: A. Van Schoonhoven and O. Voysest, (eds) Common bean research for crop improvement. C. A. B. int. Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia.

Graham, P. H. y Ranilli, P. 1997. *Common bean (Phaseolus vulgaris L.).* Field Crops Research. 53(1997): 131-146.

INEI 2009. Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. www.inei.gov.pe

INIA 2008. *Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Preparación y uso de compost.* Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú.

Jacinto, H., Hernandez, S., Azpiroz, R., Acosta, G. y Bernal, L. 2002. *Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales.* Agrociencia. 36(4): 451-459.

Knott, J. E. 1957. *Handbook for vegetable growers. (Guide pour les cultures maraicheres).* Londres.

Kohashi, S. J. 1996. *Aspectos de la morfología y fisiología Phaseolus vulgaris L. y su relación con el rendimiento.* Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Maroto, J. V. 2002. *Horticultura herbácea especial.* Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

Mateo, J. 1961. *Leguminosas de grano.* Ed. Salvat. Barcelona, España.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 2000. *Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops.* Londres.

Ortega, M. L. 1991. *Bioquímica.* En: Contribuciones al conocimiento de frijol (*Phaseolus*) en México. Ed. E. Mark Engleman, Colegio de Postgrados, Chapingo, México.

Ortiz, V. M., 1998. *El frijol en el estado de Zacatecas.* Gobierno de Estado de Zacatecas.

Paredes, L. O., Guevara, F. y Bello, L. A. 2006. *Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas.* Fondo de cultura económico.

Pérez, H. P., Esquivel, E. G., Rosales, S. R. y Acosta, G. J. A. 2002. *Caracterización física culinaria y nutricional de frijol del altiplano sub-húmedo de México.* Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 52(2): 172-180.

Pino, C. 2005. *Determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de (Musa sapientum) banano, como alternativa a la fertilización foliar química.* Escuela Superior politécnica del litoral. Centro de investigación científica y tecnológica. Cuba.

PNUD 2010. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. www.undp.org/spanish

Pulgar, V. J. 1987. *Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales.* Ed. Inca S.A. Lima.

Reyes, E. 2008. *Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol.* Investigación Científica. 4(3): 1870-8196.

Ríos, M. J. y Quirós, D. J. 2002. *El frijol (Phaseolus vulgaris): Cultivo, beneficio y variedades.* Boletín Técnico FENALCE. Bogotá.

Sanchez, P. A. y Cochrane, T. T. 1980. *Soil constraints in relation to major farming systems of tropical América.* En: *Priorities for Alleviating Soil-Related Constraints to Food Production in the Tropics.* IRRI, Los Banos, Filipinas.

Saña, J., Moré, J. C. y Cohí, A. 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.

SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. www.senamhi.gob.pe

Serrano, J. y Goñi, I. 2004. *Papel del frijol negro Phaseolus vulgaris en el estado nutricional de la población guatemalteca.* Archivos Latinoamericanos de nutrición. 54(1): 36-46.

Soto, A. y Gamboa, C. 1984. *Competencia entre malas hierbas y el frijol (Phaseolus vulgaris L.) en función del cultivar, la población y la distancia entre hileras.* Agronomía Costarricense. 8(1): 45-52.

Tapia, M. E. 1994. *Zonificación agroecológica y ecodesarrollo en la sierra*. En: Curso sobre Agroecología. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo Social (CLADES). CIED. Lima.

Tapia, H. y Camacho, A. 1988. *Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero*. Ed. GTZ. Managua, Nicaragua.

Torres, E. 2006. *A producir: "Producción y comercialización de frijol- Mollepata"*. *Micro corredor socio económico Tayacaja-Huancavelica*. FONCODES. Huancayo, Perú.

Urzua, H., Barrales, L, Faiguenbaum, H, Gálvez, M., Omazábal, R. y Pizarro, R. 2003. *Nitrogen fertilization of green beans for agroindustrial use in the central zone of Chile: preliminary indications*. Ciencias e Investigación Agraria. 30(1): 57-60.

Valladolid, A. R. 2005. *Cultivos con potencial de exportación*. Cit Informa. N° 003. 2005. Ministerio de Agricultura del Perú. Centro de Información tecnológico.

Vieira, C. 1970. *Periodo crítico de competicao entre ervas daninhas e a cultura do feijao*. Ceres. 17(94): 354-367.

Wiesler, F. 1998. *Comparative Assessment of the Efficacy of Various Nitrogen Fertilizers*. Nutrient Use in Crop Production. Ed. Zdenko Rengel.

9.- ANEJOS

9.1 DESCRIPCIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LA ZONA

9.1.1 Población

El distrito de San Juan de Castrovirreyna cuenta con 620 habitantes (censo 2009). Su evolución demográfica ha sido decreciente en las últimas décadas, debido a tres causas principales:

- una estructura económico-productiva de condición rural agropecuaria con bajo nivel tecnológico y productivo, que no garantiza la permanencia poblacional.
- cercanía a urbes metropolitanas costeñas (Lima, Chincha e Ica) con modernas condiciones de vida, educación y trabajo, que ejercen el papel de polos de atracción migracional.
- la violencia política que sufrió en la década del 80-90 y las consecuencias de la crisis económica.

Consecuentemente, el distrito de San Juan, al igual que los demás distritos de la provincia, tiene una baja densidad poblacional.

9.1.2 Educación

El distrito cuenta con 3 niveles de la educación escolarizada (inicial, primaria y secundaria), que es impartida en 11 instituciones educativas.

De las 497 personas que poseen nivel educativo, el 52% son hombres y el 48% son mujeres. La tasa de analfabetismo en el distrito es del 14%, superior al promedio nacional (DESCO, 2009).

9.1.3 Salud

El distrito cuenta con dos puestos de salud, uno ubicado en la capital y el otro en el anexo de Camayoc. Las enfermedades más comunes son las infecciones respiratorias y diarreicas agudas, causadas por las malas costumbres higiénicas y por falta de servicios básicos y de educación en salubridad.

9.1.4 Vivienda y servicios básicos

El 74% de las viviendas se encuentran en zonas rurales y el 26% restante en las áreas urbanas del distrito (INEI, 2009).

La población del distrito no tiene servicio de agua potable. Sólo un sector de la población dispone de agua entubada y un sistema incompleto de desagüe, principalmente en la capital. En algunos anexos, la población consume agua de las acequias o manantiales y realiza sus necesidades biológicas al aire libre. Tampoco existe en el distrito tratamiento para los residuos sólidos.

9.1.5 Gobierno local

El gobierno local en el distrito está representado por la Municipalidad de San Juan de Castrovirreyna, constituida por el alcalde y cinco regidores.

Los recursos financieros de la municipalidad son limitados, ya que dependen de las transferencias de los gobiernos central, regional y provincial. Sus ingresos propios son mínimos.

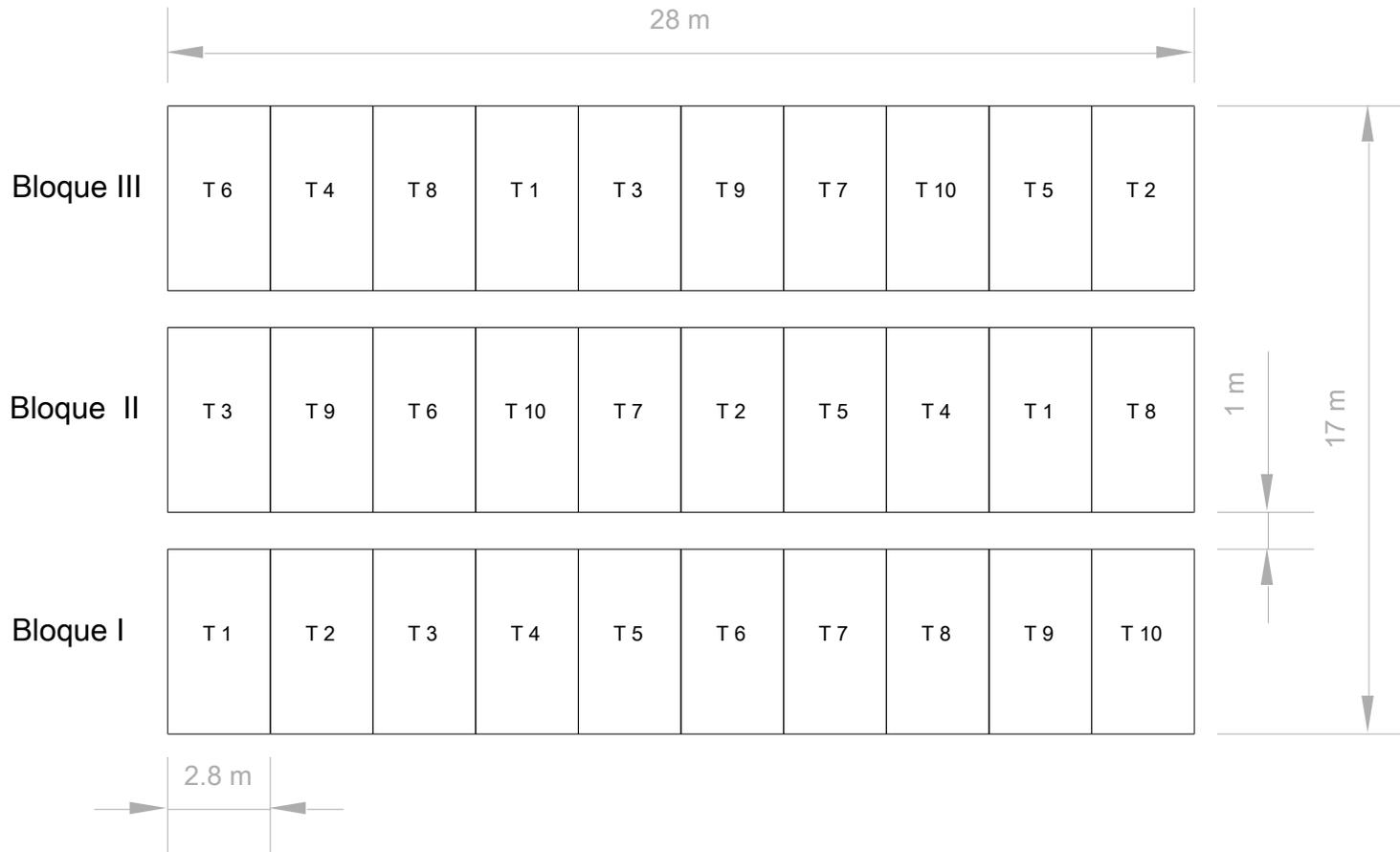
9.1.6 Organizaciones sociales de base

Dentro de las organizaciones sociales de base resalta la presencia y actividad de la Comunidad Campesina de San Juan, que tiene la mayor representatividad en el distrito, y es el ente coordinador con las demás comunidades y sectores del Estado, principalmente con la Municipalidad Distrital.

A raíz del sismo de 2007 muchas ONG`s han establecido su centro de operaciones en el distrito.

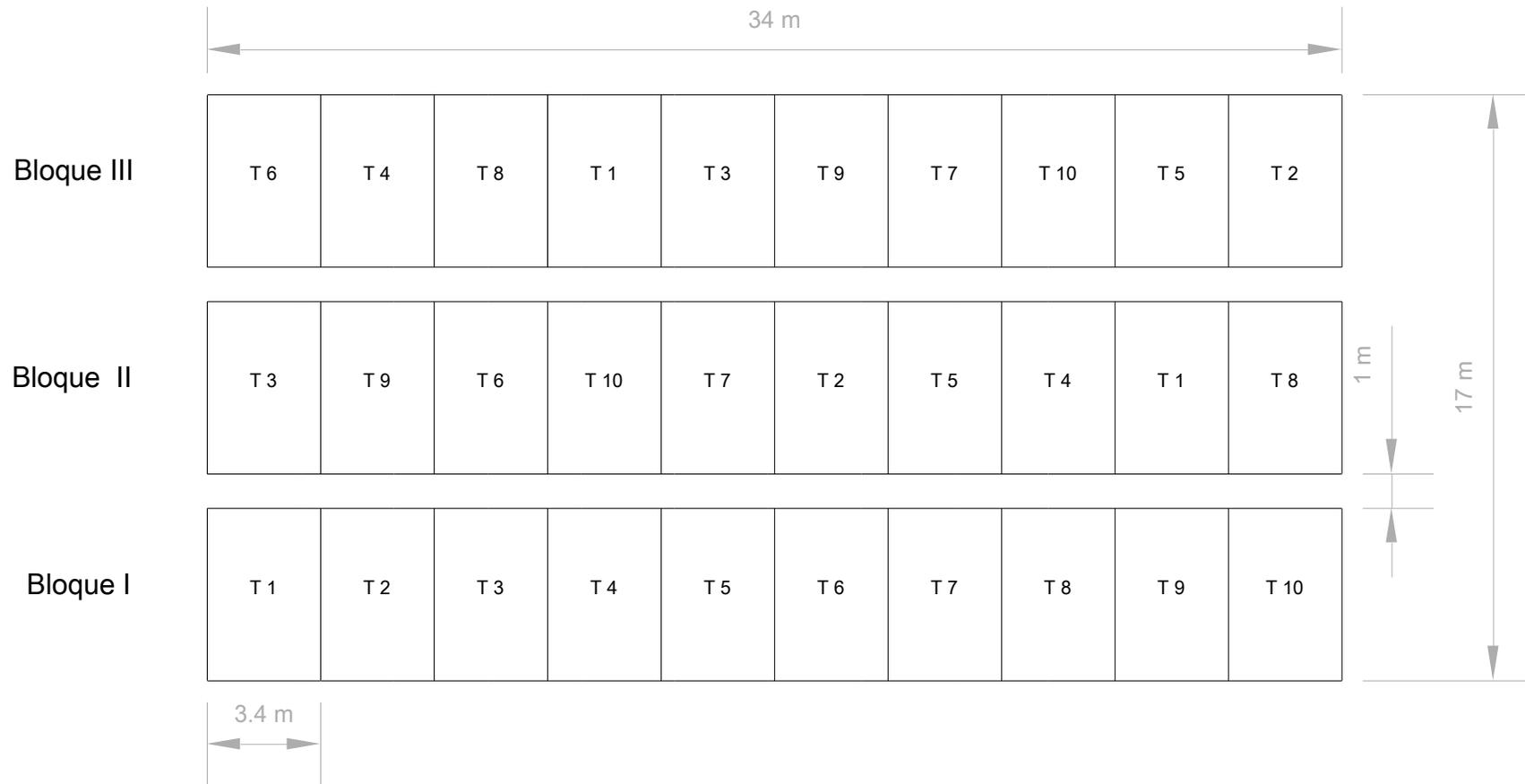
9.2 CROQUIS DE LOS ENSAYOS

9.2.1 San Juan de Castrovirreyna



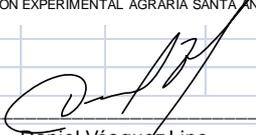
T: Tratamiento

9.2.2. Quilca



T: Tratamiento

9.3.2 Quilca

 SERVICIO DE LABORATORIOS																																																																																																																							
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO																																																																																																																							
SERVICIO DE LABORATORIO																																																																																																																							
Laboratorio de Servicio de Suelos :						Teléfonos : 24-6206 y 24-7011																																																																																																																	
NOMBRE : MARÍA ANCIN RIPODAS																																																																																																																							
LOCALIDAD : POCOLAY QUILCA - CASTROVIRREYNA - HUANCAVELICA																																																																																																																							
RESULTADOS DE ANALISIS																																																																																																																							
Muestra N°						254-2010			22/07/2010																																																																																																														
Lote		QUILCA		N° de Laboratorio		Fecha																																																																																																																	
Interpretación de Resultados																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Peligroso</th> <th colspan="2">Normal</th> <th colspan="2">BAJO</th> <th colspan="2">MEDIO</th> <th colspan="2">ALTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acidez</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nitrógeno (N)</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Extractable</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fósforo (P)</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reaccion del Suelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td>Potasio (K)</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Calcio (Ca)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Magnesio (Mg)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Salinidad del Suelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Zinc (Zn)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Manganeso (Mn)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>% M.O.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														Peligroso		Normal		BAJO		MEDIO		ALTO		Acidez						Nitrógeno (N)		X				Extractable						Fósforo (P)		X				Reaccion del Suelo				X		Potasio (K)			X									Calcio (Ca)												Magnesio (Mg)						Salinidad del Suelo						Zinc (Zn)												Manganeso (Mn)												% M.O.		X			
		Peligroso		Normal		BAJO		MEDIO		ALTO																																																																																																													
Acidez						Nitrógeno (N)		X																																																																																																															
Extractable						Fósforo (P)		X																																																																																																															
Reaccion del Suelo				X		Potasio (K)			X																																																																																																														
						Calcio (Ca)																																																																																																																	
						Magnesio (Mg)																																																																																																																	
Salinidad del Suelo						Zinc (Zn)																																																																																																																	
						Manganeso (Mn)																																																																																																																	
						% M.O.		X																																																																																																															
RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FÓRMULA</th> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> </tr> <tr> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> <th>Kg/ha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mínimo</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Máximo</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												FÓRMULA	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Mínimo	60	60	40							Máximo	80	80	60																																																																											
FÓRMULA	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O																																																																																																														
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	kg/ha	Kg/ha	Kg/ha																																																																																																														
Mínimo	60	60	40																																																																																																																				
Máximo	80	80	60																																																																																																																				
Recomendaciones de Fertilizantes para 1 Hectárea (10 000 m²)																																																																																																																							
CULTIVO : FRIJOL - ALUVIA																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CUÁNDO DEBE FERTILIZAR</th> <th>QUÉ FERTILIZANTE DEBE USAR</th> <th>CUÁNTO DE CADA FERTILIZANTE DEBE USAR (Kg.)</th> <th>CÓMO DEBE FERTILIZAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">AL MOMENTO DE LA SIEMBRA</td> <td>FOSFATO DI AMONICO</td> <td>174</td> <td rowspan="2">MEZCLAR Y APLICAR A CHORRO CONTINUO AL FONDO DEL SUELO</td> </tr> <tr> <td>CLORURO DE POTASIO</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>AL DESHIERBO</td> <td>UREA</td> <td>50</td> <td>A GOLPE</td> </tr> <tr> <td>AL APORQUE</td> <td>UREA</td> <td>61</td> <td>A GOLPE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TOTAL</td> <td>385</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												CUÁNDO DEBE FERTILIZAR	QUÉ FERTILIZANTE DEBE USAR	CUÁNTO DE CADA FERTILIZANTE DEBE USAR (Kg.)	CÓMO DEBE FERTILIZAR	AL MOMENTO DE LA SIEMBRA	FOSFATO DI AMONICO	174	MEZCLAR Y APLICAR A CHORRO CONTINUO AL FONDO DEL SUELO	CLORURO DE POTASIO	100	AL DESHIERBO	UREA	50	A GOLPE	AL APORQUE	UREA	61	A GOLPE		TOTAL	385																																																																																							
CUÁNDO DEBE FERTILIZAR	QUÉ FERTILIZANTE DEBE USAR	CUÁNTO DE CADA FERTILIZANTE DEBE USAR (Kg.)	CÓMO DEBE FERTILIZAR																																																																																																																				
AL MOMENTO DE LA SIEMBRA	FOSFATO DI AMONICO	174	MEZCLAR Y APLICAR A CHORRO CONTINUO AL FONDO DEL SUELO																																																																																																																				
	CLORURO DE POTASIO	100																																																																																																																					
AL DESHIERBO	UREA	50	A GOLPE																																																																																																																				
AL APORQUE	UREA	61	A GOLPE																																																																																																																				
	TOTAL	385																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="width: 20%;">RECOMENDACIONES ESPECIALES</td> <td>Para que los fertilizantes tengan mayor eficiencia:</td> </tr> <tr> <td>APLICAR MATERIA ORGANICA DESCOMPUESTA A RAZON DE 2 TM/ Ha AL MOMENTO DE LA SIEMBRA AL FONDO DEL SURCO Y A CHORRO CONTINUO.</td> </tr> </table>												RECOMENDACIONES ESPECIALES	Para que los fertilizantes tengan mayor eficiencia:	APLICAR MATERIA ORGANICA DESCOMPUESTA A RAZON DE 2 TM/ Ha AL MOMENTO DE LA SIEMBRA AL FONDO DEL SURCO Y A CHORRO CONTINUO.																																																																																																									
RECOMENDACIONES ESPECIALES	Para que los fertilizantes tengan mayor eficiencia:																																																																																																																						
	APLICAR MATERIA ORGANICA DESCOMPUESTA A RAZON DE 2 TM/ Ha AL MOMENTO DE LA SIEMBRA AL FONDO DEL SURCO Y A CHORRO CONTINUO.																																																																																																																						
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO																																																																																																																							
Firma del interesado						 Daniel Vásquez Lino Profesor - Agropecuaria																																																																																																																	