

CAPITULO I

1. Introducción

El cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), constituye actualmente un cultivo de alta importancia y gran demanda en el mercado nacional e internacional, debido al considerable número de familias que dependen de su cultivo (SUBÍA, 2007).

La arveja es una leguminosa considerada como hortaliza o legumbre, herbácea de habito rastrero o trepador que se desarrolla en climas templados y templados fríos; con un alto contenido de proteína (6.3% en verde y 24.1% en seco); se consume en forma fresca, enlatada y como grano, además tiene una gran capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico y como tal es una buena opción dentro de un plan de rotación de cultivos ya sea a campo abierto o bajo invernadero.

El cultivo de arveja es vital para la seguridad y soberanía alimentaria de la población, por sus características nutritivas, por ser parte de la dieta diaria y por los ingresos que genera su comercialización, (SUBÍA, 2007).

El rendimiento promedio en KILOGRAMOS HECTARIA es de 1640 kg. (Fuente: Instituto Nacional De Estadística, Ministerio De Desarrollo Rural Y Tierras, 2008).

La arveja constituye una buena alternativa para el invierno. Tiene buenas posibilidades de venta tanto en estado verde; como grano seco o semilla; ambas formas de comercialización, tienen alta rentabilidad (PRADO, L.2008).

Entre los alimentos es muy apreciada por su utilización en una amplia variedad de comidas; es rica en Calcio, Fósforo, Hierro y Vitaminas A, B y C.

1.2 Justificación

El aporte que brinda el cultivo de arveja como lo es la biomasa que aporta energía y nutrientes que intensifica la actividad de los organismos del suelo para diferentes cultivos, también como alimentos de diferentes animales y a la alimentación humana que son las vainas o granos.

Es importante ya que en la comunidad de san Andrés realizan muy poca esta acción de producir biomasa, solo lo hacen a la producción de vainas para la comercialización. Es por eso que se pretende realizar la investigación en la producción de biomasa no comercializable estudiando el área foliar, como también si lo llegan a utilizar con otro fines, en la comunidad de San Andrés.

Los métodos para calcular el área foliar en especies tanto en especies vegetales y forestales se clasifican en dos categorías principales: métodos directos e indirectos. Los primeros miden el área foliar propiamente sobre el material, mientras que los segundos derivan el área foliar de parámetros más fácilmente medibles, extrayéndole, quiere decir más destructivos.

Para ello se pretende estudiar el área foliar en el cultivo de arveja, realizando muestreos en diferentes estados fenológicos,

Otro punto importante, es estudiar y evaluar la fenología del cultivo de arveja, ver en qué día o estado de la planta presenta más rendimiento de materia seca, y evidenciar el uso que realizan los comunarios, si es solo para la alimentación de los animales, o con fines de otro propósito.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Estudiar el ciclo de crecimiento del cultivo de arveja en condiciones normales de producción en la comunidad de San Andrés.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los estados fenológicos del cultivo de la arveja
- Realizar la estimación de Área Foliar del cultivo de la arveja
- Determinar la producción de biomasa no comercializable

CAPITULO II

2 Marco Teórico

2.1 Origen

La arveja (*Pisum sativum, L.*) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. Hay evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10.000 años antes de Cristo, que fueron descubiertas por arqueólogos que exploraban la “Cueva Espiritu” en la frontera entre Burmay Tailandia. En una excavación arqueológica en Jamo, al noreste de Irak, se encontraron arvejas que datan unos 7.000 a. C.

Los restos arqueológicos de los pueblos de la Edad de Bronce en Suiza contienen rastros de arvejas de los años 3.000 a.C.

La arveja fue la planta con la que Gregorio Mendel, en 1860, estudió los caracteres de la herencia y reconoció que algunos rasgos de la arveja eran dominantes, mientras que otros eran recesivos; los resultados de sus experimentos condujeron a las leyes básicas de la herencia y así nació la ciencia de la genética.

La arveja pertenece a la familia de las leguminosas, al igual que el fríjol, el garbanzo y la lenteja. La arveja es muy apreciada y valorada por su calidad nutricional y el aporte a la salud de los consumidores. Se consume fresca o verde y también en estado seco.

Las arvejas son ricas en proteínas y carbohidratos, bajas en grasa y constituyen una buena fuente de fibra, vitaminas A, B y C; cuando se consumen frescas o refrigeradas, suministran tiamina y hierro. La fibra de la arveja es soluble en agua, promueven el buen funcionamiento intestinal y ayudan a eliminar las grasas saturadas.

2.1.2 Descripción botánica

La arveja es considerada como hortaliza o legumbre, herbácea, de hábito rastrero o trepador, cuyas características morfológicas lo hacen distinguible.

a) Raíz: Pivotante, con numerosas raicillas secundarias y terciarias, presenta sobre crecimientos denominados nódulos que contienen bacterias nitrificantes, cuyo papel es fijar el nitrógeno atmosférico para servir de nutrimento a la planta.

b) Tallo: Según la variedad, puede ser corto, mediano o largo, pero en todos los casos es hueco, ligeramente estriado, provisto de nudos y de color verde claro.

c) Hojas: Compuestas e imparipinadas, con folíolos elípticos, de bordes onduladas. En las hojas superiores los folíolos se transforman en zarcillos, que utiliza la planta para sostenerse.

d) Flores: Son blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos, de una o dos flores en las axilas.

e) Fruto: El fruto seco presenta dehiscencia cuyas vainas encierran semillas lisas o arrugadas con dos cotiledones, sin endospermo, harinosas y con germinación hipogea.

2.1.3 Taxonomía

<u>Clasificación científica</u>	
<u>Reino:</u>	<i>Plantae</i>
<u>División:</u>	<i>Magnoliophyta</i>
<u>Clase:</u>	<i>Magnoliopsida</i>
<u>Orden:</u>	<i>Fabales</i>
<u>Familia:</u>	<i>Fabaceae</i>
<u>Subfamilia:</u>	<i>Faboideae</i>
<u>Tribu:</u>	<i>Fabeae</i>
<u>Género:</u>	<i>Pisum</i>
<u>Especie:</u>	<i>P. sativum</i>
Nombre binomial:	<i>Pisumsativum</i> <u>L.</u> , <i>Sp. Pl.</i> , 2: 727, 1753
Fuente: VILLAREAL (2006),	

2.1.4 Producción en Tarija

Tarija: Superficie, Producción Y Rendimiento, Año Agrícola 2007- 2008

Superficie Producción Rendimiento

(Hectáreas)	(Toneladas métricas)	(Kg. /ha.)
2.358	3.868	1.640

Fuente: Instituto Nacional De Estadística - Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA 2008

2.2 Producción mundial de arveja verde

En el 2008 fue de 8,4 millones de toneladas, con la China como el primer productor, seguida de India y Estados Unidos. Colombia figuró de 25 entre los 95 países productores de arveja fresca.

Los excedentes de estos países son bajos en relación con el consumo. Los principales exportadores son Guatemala, Francia y China. En el 2008, se transaron en el mercado mundial 228.000 toneladas de arveja fresca. . (FAO, 2008)

2.2.1 Los principales importadores de arveja

Bélgica, Estados Unidos, Holanda, Japón, Reino Unido y Malasia,
En cuanto a la arveja seca el mercado internacional presenta características diferentes al de la arveja fresca.

2.2.2 La producción mundial de arveja seca

La producción mundial de arveja seca, según la FAO, fue de 9.828.000 de toneladas, en el 2008. Los principales productores son Canadá, Rusia, China, India y Francia. Canadá produce el 36% de la arveja seca. El mayor rendimiento obtiene en Francia con 4.7 toneladas. (FAO, 2008)

2.2.3 Composición química (100 gr)

Agua 66,40 12,40 Proteína 8,20 23,90 Grasa 0,30 0,80 Carbohidratos 21,10 54,00
Fibra 3,00 6,50 Cenizas 1,00 2,40 Fuente: (PUGA, 2004).

2.2.4 Valor Nutritivo

La arveja o guisante es una legumbre muy utilizada en todo el mundo y en Bolivia, ya que es una fuente excelente de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales.

COMPONENTES	GRANOVERDE*	GRANO SECO**
Agua	78 %	10.64 %
Proteínas	6.3 g.	24.6 %
Lípidos	0.4 g.	1 %
Hidratos de carbono	14.4 g.	62.0 %
Fibra	2 g.	ND
Vitamina A	640 (UI)	ND
Vitamina B1 o Tiamina	0.35mg.	ND
Niacina	2.9mg.	ND
Vitamina C o Ác. Ascórbico	27mg.	ND
Calcio	26mg.	0.084 %
Potasio	316mg.	0.903 %
Sodio	20mg.	0.104 %
Fósforo	116mg.	0.400 %
Hierro	1.9mg.	0.006 %
Valor Energético	84 calorías	3.57 cal/g.

Citado por (PUGA, 2004). ND: Ningún dato disponible Elaboración: Parra 2004

2.3 Fenología y desarrollo del cultivo

2.3.1 Pre germinación

En condiciones adecuadas de temperatura y de humedad de la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, luego comienza un proceso de gran actividad para posteriormente

germinar. Existe pérdida de la permeabilidad de las membranas, la que provoca que una serie de exudados constituidos de glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa se difundan en la superficie circundante e induzcan la germinación, (PARRA, 2004).

2.3.2 Germinación - Emergencia

La germinación de la arveja se inicia desde el momento en que se coloca la semilla en el suelo, el cual debe tener suficiente humedad. El tiempo que tarda la planta en emerger está determinado por tres factores de importancia; el tipo de suelo, la humedad y la profundidad de siembra, que de acuerdo a las condiciones climáticas prevalecientes tiene como promedio de 4 a 6 días después de la siembra. (Calderón et al. 2000).

2.3.3 Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo de la arveja varía dependiendo de su hábito de crecimiento, como también de la variedad, esto dura alrededor de 55 días a 60 días después de la siembra (Calderón y Dardón 1994).

2.3.4 Inicio de floración y cosecha

La floración se inicia a los 55 o 60 días dependiendo de la variedad con una duración de 30 a 40 días. Las vainas se cosechan constantemente y paralela a ésta la planta sigue floreado. Desde el 73 momento de la floración hasta que la vaina está lista para cosecharla, transcurren de 9 a 11 días. Como característica especial para cosecharla puede tomarse que los granos empiezan a formarse y las caras de las vainas se encuentran casi pegadas. Las vainas deformes y con manchas deben desecharse. (Calderón *et al.*2000).

2.3.5 Fructificación

Según PUGA, (1992); la formación y desarrollo de los frutos se inicia a los ocho o diez días de aparecidas las flores. Una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos se vuelven al ovario fecundado, a continuación se marchitan y se desprenden, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice.

2.3.6 Maduración de los frutos

La cavidad de las vainas se llana prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. La madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72,74 %.(VILLAREAL, 2006).

2.3.7 Fechas de siembra y adaptación

Las variedades de arveja cultivadas son de ciclo corto, sembrándose desde principios de Julio hasta mediados de agosto como fecha límite.

La arveja es muy sensible a las bajas temperaturas en la etapa de germinación. Por lo que es recomendable de alguna manera evitar sembrar con pronóstico cercano de lluvias y excesivo frío. (Knott, 1987).

2.4 Requerimientos Climáticos.

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Su período crítico a bajas temperaturas ocurre, por lo general, a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad.

En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras. (PERALTA, E. 1998).

2.4.1 Suelo

El cultivo de arveja puede adaptarse a diferentes tipos de suelos, a excepción de los muy compactados. Prefiere los suelos sueltos arenosos y de estructura no compacta (bien drenados) con un pH entre 6 a 7. (Calderón y Dardón 1994),

2.4.2 Siembra

Hacer hoyos de unos 4 cm. de profundidad, cada 50 cm en cada línea y separar las líneas entre sí al menos 80 cm. En cada hoyo colocar 2 semillas y cubrir con tierra suelta. Regar y mantener húmedo sin anegar el suelo.

Si coloca ramas secas como soporte, plantarlas previamente a las distancias indicadas y hacer el hoyo al pie de cada una. Las semillas germinarán en menos tiempo cuando mayor sea la temperatura ambiente; pueden hacerlo a los 5 días o más (PERALTA, E. 1998).

2.4.3 Riego

El riego debe realizarse con frecuencia de tal manera que no exista déficit en el suelo. También afirma que uno de los sistemas de riego más recomendados es por aspersión, debido a la homogeneidad que proporciona este riego. (Calderón et al. 2000).

2.4.4 Protección de Plagas

Es fundamental que las plantas cuenten con buena ventilación. Evitar sembrarlas muy juntas y el riego sobre las hojas y flores. Si nota el ataque de hongos o insectos fumigar inmediatamente y si alguna planta está muy atacada eliminarla para evitar la propagación. (EVANS, 1983).

2.5 Principales Enfermedades

Las enfermedades más comunes de la arveja son el Oídio y la Antracnosis.

a) El Oídio. Es causado por un hongo, que se presenta en forma de polvo gris blanquecino sobre las hojas, tallos y vainas. Para su control se recomienda la rotación de cultivos y el entierro de los rastrojos inmediatamente después de la cosecha. También se puede realizar pulverizaciones con fungicidas cúpricos: Cupravit, Vitigran. (EVANS, 1983).

b) La Antracnosis. Es causada por otro tipo de hongo, y se manifiesta sobre las hojas, tallos y vainas como manchas redondas irregulares pálidas en el centro y roja oscura en la periferia; en las vainas estas manchas pueden alcanzar las semillas, descartándola para el consumo; como medida de control se recomienda el empleo de variedades resistentes y la rotación de cultivos. ((EVANS, 1983).

c) Mal del talluelo. “Damping off” que produce la pudrición del cuello y de la raíz; se controla mediante la utilización de semillas tratadas con Homai o Tiran (Terranova Editores. 1995).

2.6 Plagas Principales.

a) Araña roja: Succiona la savia de las plantas, debilitándolas y transmitiendo enfermedades virosas.

b) Afidos: Provocan la decoloración de las plantas por alimentarse de su savia y por ser transmisores del virus TMV (mosaico).

Las plagas mencionadas se controlan mediante pulverizaciones con insecticidas sistémicos (EVANS, 1983).

2.7 Recolección

Recolectar las vainas cuando estas se vean bien hinchadas y su color cambie del verde intenso al verde con reflejos amarillentos (ver fotos) y la superficie presente cierta textura al tacto. Por lo general hay que recolectar todos los días o día de por medio para obtenerlas en su punto óptimo. (DENISEN, 1990).

2.7.1 Conservación

Las arvejas que no consuma de inmediato puede guardarlas mediante el siguiente procedimiento denominado "blanqueado": Someter los granos a un rápido hervor, 5 minutos y luego enfriarlos inmediatamente con agua helada, escurrirlos, colocarlos en una bolsa de polietileno para freezer y frizarlos inmediatamente. Conservan todas sus características originales de arvejas frescas por mucho tiempo. (DENISEN, 1990).

3 La biomasa vegetal

La biomasa es el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. Obtenida a partir de la biomasa proviene de la luz solar que, gracias al proceso de la fotosíntesis, es aprovechada por las plantas, para tomar dióxido de carbono del aire y transformarlo en sustancias orgánicas.

Los abonos verdes usualmente cumplen múltiples funciones, que incluyen la mejora y la protección del suelo: Leguminosas para abonos verdes: vicia, alfalfa, arveja, trébol; hacen fijación nitrogenada por simbiosis con bacterias en sus nódulos radiculares, fijando nitrógeno N₂ atmosférico en la forma que las plantas pueden absorber: formas nítricas (cereales) y formas amoniacales (arroz). (Gareca, R. 2005).

Los abonos verdes incrementan el porcentaje de materia orgánica fresca (biomasa) en el suelo, así se mejora la entrada y retención de agua, aireación, y otras propiedades biológicas y físicas del suelo.

El sistema radicular de algunas especies de abonos crecen profundamente en el perfil de suelo, pudiendo acercar a la superficie recursos de nutrientes indisponible para los cultivos comunes de enraizamiento superficial.

Algunos cultivos de abono verde, cuando se les permite florecer, proporcionan forraje, y ambiente para insectos polinizadores. (Gareca, R. 2005).

3.1 Biomasa comercializable (grano)

Se llama biomasa comercializable o madurez comercial a la cosecha en verde cuando la vaina completa su llenado, el grano adquiere su máximo volumen, manteniendo su color verde tanto en la vaina como en el grano. (Rodríguez, 2010).

3.1.2 Importancia en Tarija

El agricultor de arveja se caracteriza por ser pequeño productor; durante el cultivo, de esta leguminosa, siembran otros cultivos; su nivel de producción es bajo y se basa en el poco uso de los controles químicos; porque reciben poca capacitación tecnológica y en su mayoría son propietarios de sus parcelas.

El cultivo de la arveja ha sido un factor estabilizador de la economía de los pequeños productores de las zonas en San Andrés, y ha contribuido a su seguridad alimentaria.

El cultivo de la arveja es generador de empleo, pues requiere una cantidad importante de mano de obra, dado el número de labores culturales que se deben realizar para su producción. La arveja se cultiva en varias zonas de Tarija como ser en Tolomosa, en Yesera, San Andrés y otras comunidades más.

Existen dos sistemas de producción de arveja: la siembra con tutor, comúnmente denominada “colgada” y la siembra rastrera sin tutor.

El primero se caracteriza por los altos costos, altos rendimientos y mayor calidad y se cosecha en verde. Esta siembra es la que predomina en el país. La siembra rastrera está concentrada para producir arveja seca para semilla. (Fuente: El País-Tarija, 2009).

3.2 Rendimiento Por Cultivos Según Campañas Agrícolas (Tarija)

CULTIVO	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007 -2008	2008-2009
	RENDIMIEN TO	RENDIMIEN TO	RENDIMIEN TO	RENDIMIEN TO	RENDIMIEN TO	RENDIMIEN TO
	(Kg/ha.)	(Kg/ha.)	(Kg/ha.)	(Kg/ha.)	(Kg/ha.)	(Kg/ha.)
HORTALIZAS						
Ajo	4.969	5.000	5.026	5.064	5.076	5.126
Arveja	1.586	1.611	1.626	1.637	1.640	1.648
Cebolla	5.561	6.260	6.815	7.420	8.025	7.748
Fríjol	1.184	1.153	1.126	1.110	1.103	1.131
Haba	1.688	1.701	1.696	1.684	1.670	1.668
Maíz Choclo	2.738	2.696	2.641	2.582	2.531	2.529
Tomate	7.416	7.594	7.688	7.782	7.856	7.914

Fuente: Instituto Nacional De Estadística, Ministerio De Desarrollo Rural Y Tierra Encuesta Nacional Agropecuaria 2008.

3.2.1 Producción en América de grano verde (comercial).

En su mayoría la arveja fresca y parte de la seca se destinan al consumo humano; otra parte de la arveja seca se utiliza en la industria de alimentos balanceados para animales. En algunos países, especialmente europeos, se siembra arveja para consumo animal en fresco o para ensilaje.

Desde el año 2002, en Estados Unidos se ha incrementado notablemente el cultivo de la arveja, debido a los estímulos (subsidios) que ofrece el gobierno para fomentar la siembra, para atender la demanda de los mercados externos. Desde el punto de vista agrícola, la producción de arveja es estratégica porque presenta un ciclo de cultivo relativamente corto, lo que permite diferentes arreglos productivos y rotaciones, aparte de tener la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, el cual puede ser utilizado por otros cultivos. FAO, (2008).

Cifras de la FAO, (2008) indican que la producción mundial de arveja verde (incluidos los guisantes), en el 2008 fue de 8,4 millones de toneladas, con la China como el primer productor, seguida de India y Estados Unidos. Colombia figuró de 25 entre los 95 países productores de arveja fresca. Los excedentes de estos países son bajos en relación con el consumo. Los principales exportadores son Guatemala, Francia y China.

En el 2008, se transaron en el mercado mundial 228.000 toneladas de arveja fresca. Los principales importadores de arveja verde son. Bélgica, Estados Unidos, Holanda, Japón, Reino Unido y Malasia,

En cuanto a la arveja seca el mercado internacional presenta características diferentes al de la arveja fresca.

La producción mundial de arveja seca, según la FAO,(2008) fue de 9.828.000 de toneladas, en el 2008. Los principales productores son Canadá, Rusia, China, India y Francia. Canadá produce el 36% de la arveja seca. El mayor rendimiento se obtiene en Francia con 4.7 toneladas. En éste mismo año se comercializaron 3.705.8170 toneladas., (FUENTES: FAO, 2008).

3.3 Índice de crecimiento empleado por Valdés, R. y Balbín M. (2000).

3.3.1 Índice de Área Foliar (IAF)

Se define como la relación entre el área foliar de la planta y la superficie del suelo ocupada por la planta. Valora la velocidad con que el área foliar ocupa el área del suelo disponible. Describe la dimensión del sistema fotosintético de una comunidad vegetal.

$$\text{IAF} = \text{Área foliar por planta} / \text{Área del suelo por planta (dm}^2/\text{m}^2)$$

El IAF valora la velocidad con que el área foliar ocupa el área del suelo disponible.

Expresa la superficie de la hoja por unidad de área de superficie ocupada por la planta.

Aumenta con el crecimiento del cultivo hasta alcanzar un valor máximo en el cual se alcanza la máxima capacidad para interceptar la energía solar, momento en que el la TCC es a su vez máxima (Hunt, 1982).La reducción del IAF por efecto de salinidad puede ser causado por disminución , el área foliar específica (incremento de biomasa por unidad de área foliar) y/ o una disminución en la proporción de masa seca acumulada en los tejidos foliares (HOFFMAN, L.1997)

El IAF describe la dimensión del sistema fotosintético de una comunidad vegetal. En algunos casos en que otras partes de la planta, aparte de la hoja contribuyen de manera sustancial para la fotosíntesis, como tallos, peciolo, brácteas, etc.

Estos deben ser adicionados al área foliar en el cálculo de los parámetros en el análisis del crecimiento. Un aumento en el IAF proporciona un aumento de la producción de biomasa, sin embargo debido al autosombreamiento de las hojas, la tasa fotosintética media por unidad de área foliar decrece.

La forma cónica de una planta induce a un mayor potencial productivo que el de la forma globosa, debido a la reducción del autonombramiento (Hoffman, L.1997)

3.3.2 Duración del Área Foliar

El crecimiento vegetal esta decisivamente influenciado por el tiempo en que la planta mantiene activa su superficie foliar. Esta característica está definida para la duración del área foliar. (ACOSTA. L 1990).

3.3.3 Métodos de determinación del Área Foliar

Las hojas constituyen el órgano más importante de la planta y juegan el papel principal en las actividades anabólicas por medio de la clorofila que poseen en abundancia, el único medio para los procesos fotosintéticos. El área foliar total que ha sido directamente relacionada con la cantidad de clorofila es un parámetro importante para estimar la habilidad de la planta para sintetizar materia seca. Su adecuada determinación durante el ciclo del cultivo posibilita conocer el crecimiento y el desarrollo de la planta (HOFFMAN, L.1997)

Adicionalmente ayuda en la definición de la época ideal de siembra y de trasplante si no se tiene en cuenta otros factores, los cultivos deben ser sembrados en épocas en las cuales el máximo valor de índice del área foliar coincida con la época de elevada radiación cuando la fotosíntesis líquida sea máxima, y también contribuye a estimar las necesidades hídricas de los cultivos, por lo que requieren modelos matemáticos sencillos y rápidos para su estimación (ACOSTA. L.1990)

Existen diferentes métodos para medirla los que van de las más sencillos hasta lo más sofisticados.

- Los más comunes son los siguientes:
- Por dibujo
- Copias heliográficas
- Peso de discos de hoja
- Comparación con una escala de hojas de áreas conocida
- Medidores electrónicos de área foliar (fotocélulas)

3.3.3.1 Por Dibujo: Cuando se trata de determinar el área foliar de un número relativamente pequeño de hojas y de borde entero, el método más usual consiste en calcar los bordes de las hojas en papel vasto. Luego, recortar el dibujo, pesar y calcular el área en relación con el peso de un área conocida de papel. (Lallana, 1999).

3.3.3.2 Por copia heliográfica: Cuando son muchas las hojas que posee una planta, se puede copiar los bordes de las hojas en papel sensible a la luz.

Cualquier tipo de papel puede ser sensibilizado para este tipo de trabajo, por medio de un baño en una solución de citrato de amonio férrico y ferrocianuro de potasio. Estas sales deben ser disueltas separadamente en la proporción de 20 gr por 100 ml de agua; luego se mezclan las dos sales solo en el momento de usarse.

El papel tratado con las soluciones se debe secar y luego guardar en la oscuridad. Después de ser expuestas a la luz, se fija la figura de la hoja lavándose en el papel en agua corriente.

3.3.3.3 Por peso de discos de hoja:

Este método es especialmente recomendado para trabajos de campo, cuando el área foliar a determinar es excesivamente grande. Para recortar los discos de las hojas se utilizan sacabocados del tipo que emplean los hojalateros para cortar metal. El diámetro

de esos sacabocados pueden varias según tipo de las hojas (1 a 3 cm de diámetro). El método más usual consistente amontonar las hojas en una bandeja de madera cortando los discos al azar en capas de varias hojas cada vez. Separar posteriormente unos 100 a 100 discos enteros pesándolos a continuación y estableciendo la correlación, peso- área.

Se pesan después todas las hojas, cuya área se desea calcular, y por medio de una regla de tres se determina el área en relación al peso – área previamente conocido. Se emplea la siguiente formula:

$$X = \frac{A * B}{C}$$

Dónde: x = área foliar en cm²

A = peso total de las hojas de una planta en g.

B= superficie del disco en cm²

C= peso de 80 discos de hoja en g.

3.3.3.4 Por comparación con una escala de hojas de área conocida:

Este método se emplea cuando las plantas tienen un número de hojas reducidas y borde muy irregular, como en el caso de las plantas de tomate, papa, espinaca, etc.

Consiste en dibujar o copiar en papel heliográfico una escala de 10 a 0 hojas por simple comparación visual con la referida escala se determina el área foliar (Rodríguez, 1995).

3.3.3.5 Planímetro:

Este método se realiza fotocopiando las hojas completas y utilizando el instrumento llamado planímetro se hará la medición del área de cada hoja. Se toma la impresión en papel blanco es decir, se copian los contornos de las hojas con un lápiz de las cuales se desea conocer el área. A las siluetas o figuras numeradas obtenidas se les realizara las mediciones para determinar el área de las hojas. Una forma es utilizando un planímetro. Se planimetran todas las hojas y se suman obteniéndose el área foliar de la planta (Lallana, 1999).

3.4 Biomasa

De forma genérica, por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica de origen vegetal o animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, que haya tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico.

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis, dando lugar a la formación de biomasa vegetal, conocida como fitomasa que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal (Rodríguez, 2010).

La forma más precisa de medir la capacidad de producción de un árbol o cultivo en una área determinada y en un periodo de tiempo definido, es cuantificando la biomasa total incluye el sistema radical, que también es parte de la producción vegetal, pero por razones de uso u aprovechamiento de algunos cultivos no es necesario su determinación. La biomasa total aérea se refiere a todos los componentes aéreos del vegetal tallos, ramas, hojas, flores, frutos o semillas en un determinado momento de su vida (Salazar, 1992).

El cálculo de la biomasa, definida como la cantidad de materia vegetal presente en una determinada superficie y en un momento concreto, resulta una buena aproximación para determinar y evaluar el nivel de producción de los prados y pastos de montaña. Como norma general, se expresa en unidades de materia seca por unidad de superficie.

Su determinación suele realizarse sobre la parte aérea de la vegetación, dada la dificultad de acceder a la materia enterrada y en el caso de este tipo de estudios, debido al bajo interés que la fracción enterrada supone para la explotación ganadera (GORDON, H. 1998).

3.4.1 Métodos de determinación de la biomasa

La determinación de la biomasa es una de las variables más importantes de un bioproceso ya que su determinación nos lleva a la comprensión de la eficiencia del mismo. Se trata de una variable clave para establecer las tasas de producción, de consumo de nutrientes y el cálculo de los balances de masa de cualquier proceso biológico.

Existe varios métodos para estimar la productividad, que se pueden clasificar en:

3.4.2 Destructivos

Consiste en cortar un determinado número de muestras de material vegetal en una superficie conocida, secarlo en estufa y pesarlo. Estas técnicas son confiables ya que se obtiene el peso de manera directa en lugar de estimarlo, pero insumen mucho tiempo y esfuerzo. (GORDON, H.1998)

3.4.3 No Destructivos

Este método permite estimar la productividad primaria neta de manera indirecta. Si bien siempre es necesario tomar como referencia una cierta cantidad de cortes, es posible tomar cientos de mediciones con un método no destructivo y cortar solamente una 20 muestras para ajustar los resultados. Esto es una clara ventaja con respecto a los métodos destructivos (GORDON, H.1998).

4 Factores que afectan el crecimiento normal

4.1 Factores externos:

El crecimiento como todo proceso fisiológico, está influenciado por los factores del medio externo y, como este proceso depende estrechamente de la energía liberada en la respiración, es comprensible entonces que el crecimiento dependa de la temperatura como principal factor del medio, presentando un mínimo hacia 5 o 10 °C, un óptimo hacia los 35°C y un máximo hacia los 45°C.

La luz es también un factor muy importante del crecimiento. Las plantas que crecen en falta de luz, además de tener un pobre contenido de clorofila, se alargan en su eje longitudinal y muestran retardo en el desarrollo foliar; este fenómeno se denomina ahilamiento o etiolación. La planta etiolada sufre una falta de diferenciación.

Cuando un factor actúa en deficiencia a lo largo de todo el ciclo, la curva de crecimiento es análoga a la normal, pero se va separando de ella paulatinamente quedando más corta y baja.

Esto se ve en la figura 32, que muestra la desviación de la curva de crecimiento, en maíz por falta de lluvia y consecuente baja del rendimiento; una curva similar se obtendrá en un suelo pobre de nutrientes.

Cuando un factor sufre una desviación brusca de lo normal retoma a un relativo óptimo, la curva de crecimiento registrar esta desviación y aunque luego retorne a la marcha normal sufrirá una baja del rendimiento.

Se puede observar que durante unas 5 semanas posteriores a la emergencia, en 1931, prevaleció una temperatura de 2 a 3 centígrados, por lo que el trigo creció a razón de 6cm/semana, en tanto que en 1932 creció en ese lapso a razón de 11cm/semana. Este mismo tipo de desviación se presentara si la planta sequia a mitad del desarrollo. (GORDON, H.1998)

4.1.2 Factores internos:

El organismo multicelular se caracteriza por un crecimiento organizado de sus diversas partes, que influye una diferenciación armónica de los tejidos. Cada especie tiene una determinada forma en sus órganos; en la implementación de las hojas, en su ramificación, etc.

La forma de los órganos depende de la distribución de las células y a su vez esta depende del plano de división de las células recién formadas. La forma del vegetal descansa, pues en la polaridad, en la distribución de los cromosomas durante la división celular.

Esta correlación de efectos debe tener como causa inmediata la presencia de sustancias químicas; de hecho la auxina es importante a este respecto y sin duda la giberelinas y citocininas, también juegan un papel así como inhibidores.

Sim embargo es muy probable que existan aun otras hormonas de correlación desconocidas. La teoría de que las hormonas son las responsables de esta actualmente no se discute. (GORDON, H.1998).

CAPITULO III

5. Materiales y Métodos

5.1 Localización de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de San Andrés, provincia Cercado, departamento de Tarija.

La comunidad de San Andrés se encuentra a 13 km de la ciudad de Tarija.

Geográficamente está comprendida en las coordenadas siguientes.

-21° 37' de latitud sud

- 64° 46' de longitud oeste

Altura de 1900 m.s.n.m.

5.1.2 Mapa del área de estudio



Fuente: Google Eart

5.1.3 Limites

Limita al norte con la comunidad de Guerraguayco; Al este con la comunidad de Tolomosa; Al oeste con la comunidad de Sola; Y al sur con la comunidad de Bella Vista.

5.1.4 Condiciones Climatológicas.

Según los datos proporcionados por SENAMHI la Comunidad de San Andrés tiene una temperatura media anual de 18,3 °C, una temperatura mínima es de -3.8°C, y una máxima de 35,5°C. La precipitación promedio anual es de 1040.2 mm,

5.1.5 Clima

En la zona existente se tiene un clima seco templado caracterizado por temperaturas bajas o escarchas durante algún tiempo del año, con un periodo efectivamente seco de 5 a 6 meses, y de dos meses muy húmedos en compensación.

5.2 Producción Agrícola

La producción agrícola en la comunidad de San Andrés se basa principalmente a la producción de papa, este tubérculo comprende la base alimentaria para la región tarijeña y como también el sustento económico de la comunidad.

Más de 1000 hectáreas de tierra están destinadas a la producción de este tubérculo, garantizando una producción para abastecer la demandad de la población.

Las principales variedades que se produce en San Andrés son la Desiree, Cardinal, Revolucionaria, Runa Criolla, Runa, Iscayachi, Waycha Paceña, Yungay, Collareja y Marcela.

En segundo lugar y la que más se siembra es el maíz ya que también abastece el mercado regional con el producto este se lo siembre para mazorca y para grano.

Y otras hortalizas como ser arveja, zanahoria, tomate, se realiza la siembra pero no en grandes cantidades solo, para el consumo, y uno que otro para la venta regional.

Actualmente se están implementando nuevas formas de vida, como ser la introducción de la frutilla y de hierbas medicinales, esto no se lo hacía a menudo ya que en la zona de Bella vista la precipitación no es muy continua que la zona de San Andrés.

Estos nuevos cultivos también se lo está practicando por Tolomosa San pedro y otras comunidades aledañas al lugar.

Por último, gracias al ejecutivo seccional de Cercado se está realizando la implementación de peces y alevines, con el fin de fomentar este rubro, se está capacitando a todos los pobladores, con el fin de poder aumentar y crecer en el tema piscícola

5.3 Materiales

5.3.1 De campo y Escritorio.

Se utilizó los equipos, herramientas insumos y los de escritorios que se utilizaran en el establecimiento del ensayo.

- Wincha
- Pala, pico y azada
- Tijera podadora
- Estaca
- Cámara fotográfica
- Fertilizantes
- Flexo metro
- Material de escritorio
- Alambre
- Insecticidas y fungicidas
- Yunta
-

5.3.2 Materiales de gabinete

- Computadora
- Calculadora
- Planillas

5.3.3 Material Vegetal

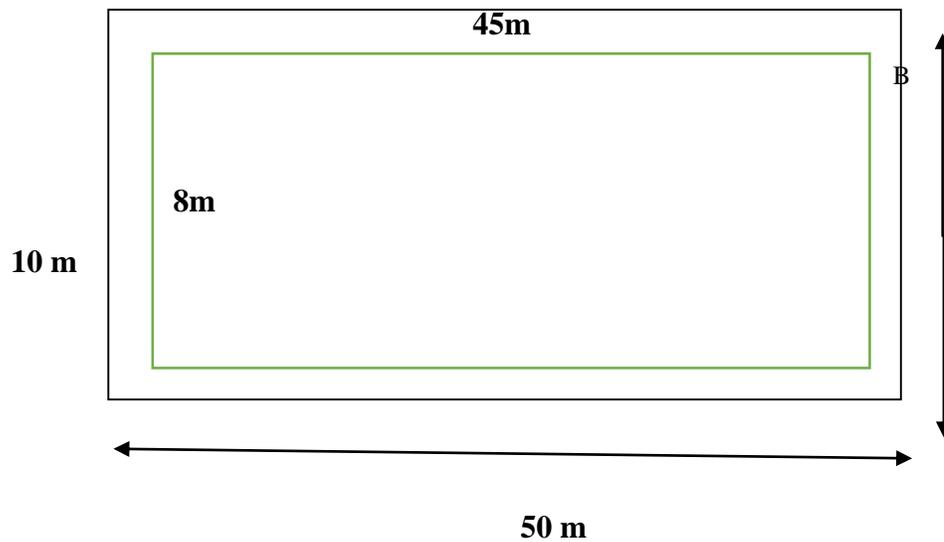
Las semillas a usar en este ensayo será: Variedad= Arvejón Yesera

5.4 Metodología

Los aspectos a seguir en este experimento son los siguientes:

5.4.1 Parcela

Se empezó con la demarcación de la parcela que es de propiedad del Sr. Juan Condori, quien bajo su autorización se demarco la siguiente medida de terreno.



Con una superficie de 600 m²

Superficie de muestreo es de 360m²

5.4.2 Preparación del terreno

El terreno donde se realizó el experimento se encontraba en muy buenas condiciones, solo se tuvo que ablandar el terreno con tractor con el implemento del arado y dar tres pasadas con la rastra para poder mullir bien el suelo ya que este anteriormente fue sembrado maíz y estaba un poco compactado.

Una vez realizado el rastreado solo se encontraba restos de chala de maíz y pasturas, donde fue retirado manualmente.

5.4.3 Semilla

Se utilizó la semilla arvejón de Yesera, con un peso de 2,5 Kg. Dando exacto para los 10 surcos sembrados

5.4.5 Siembra

La siembra se realizó con una yunta de bueyes, esto tuvo lugar el día 13 de enero del 2014 al promediar a la 7: 00 am, al momento de cavar el surco se sembró la semilla al voleo, también se agregó fertilizante 18-46 -00 junto con la siembra para poder obtener mejores resultados.

En total se realizó 10 surcos de siembra.

5.4.6 Germinación

Tuvo lugar luego de 7 a 8 días de la siembra, en fecha 21 de enero, cabe notar que la germinación no fue uniforme, en algunos surcos todavía no presentaba dicha germinación, pero en toda la parcela se tuvo una germinación aproximadamente del 70%.

5.4.7 Densidad

La densidad entre planta y planta se dio de 25 a 35 cm. La densidad entre surco y surco fue de 45 cm.

5.4.8 Crecimiento del cultivo

En el crecimiento del cultivo se tomó los siguientes datos:

A los 7 días después de la siembra. (21 de enero de 2014).

El inicio de la floración (4 de marzo de 2014).

El 100 % de la floración (18 de marzo de 2014)

La madurez comercial (15 de abril de 2014)

5.5 Labores Culturales

5.5.2 Aporque

Se aporcaron las plantas cuando estas estaban a una altura entre los 25 a 30 cm. Para esta actividad se usó el azadón.

5.5.3 Deshierbe

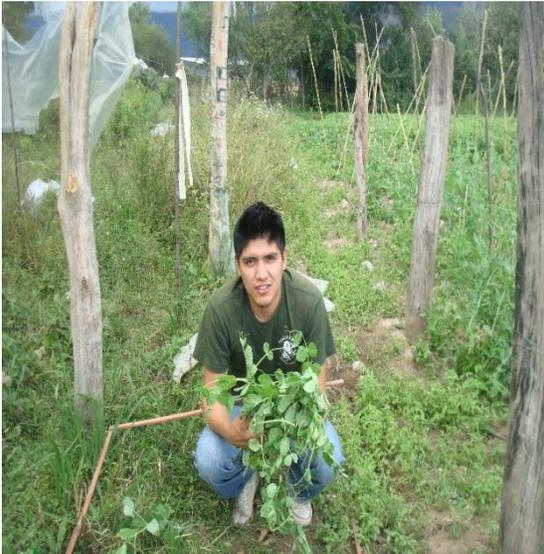
Se efectuaron 2 deshierbes durante el ciclo del cultivo a los 25 días, 65 días, con el objetivo de reducir la competencia de malezas.

5.5.4 Altura De La Planta

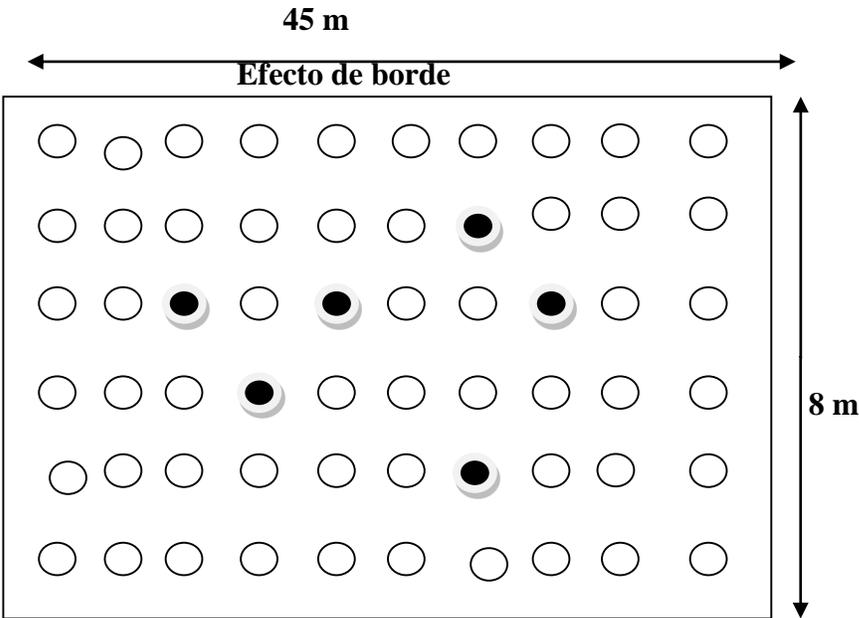
Para la obtención de las altura se utilizó un flexómetro para medir dejando 5 centímetros del suelo del tallo hasta el ápice caulinar.

5.5.5 Materia Seca

Se realizó muestreos tomando muestras en verdes para luego pesarlos y luego secarlos en una estufa a unos 65 °C de temperatura durante 3 días.



5.6 Variables registradas



5.6.1 Días a emergencia

Es el número de días que ha transcurrido del día de la siembra a la germinación.

La emergencia se dio lugar después de 7 a 8 días, y se observó que de la población esperada, no emergió completamente. Encontrándose con las 3 primeras hojas fuera de la superficie del suelo. Se puede observar en el Anexo N° 1



En los días de emergencia se registró con un flexometro, midiendo al azar varios plantines, esto se muestra en el cuadro N° 1

5.6.2 Días de floración

El tiempo transcurrido del día de la siembra a la floración fue a los 48 a 52 días, donde se observó la aparición de las primeras flores.



Se registró los días de floración, y se registró las alturas, esto muestra en el cuadro N° 2. También se puede apreciar en Anexos, foto N°2

5.6.3 Días de Madurez Comercial

Es el tiempo transcurrido del día de la siembra hasta el momento que las primeras plantas terminan el ciclo del llenado de las vainas.



Esta etapa de fructificación solo se dio en algunas plantas restantes del muestreo, ya que no se pudo evaluar, o determinar la biomasa comercializable por ausencia de plantas. Los datos de altura se muestran en el cuadro N° 3.

5.6.4 Altura de planta

La metodología utilizada por F.A.O 1991, dice que la altura de una leguminosa se la mide tomando en cuenta la base de la planta hasta la inserción de la última hoja de la rama más larga, realizando muestreos al azar. La altura se muestra en los cuadros estadísticos.

5.6.5 Numero de vainas por planta

Se seleccionaron plantas que quedaron al final del muestreo se contaron el número de vainas y se sacó un promedio de las plantas seleccionadas. Esto se observa en el cuadro estadístico en el Anexo N°10.

5.6.6 Longitud de la vaina

Se tomaron plantas al azar de la unidad experimental y se seleccionaron las vainas las cuales se midió y se sacó una media. Los resultados se observa en el cuadro estadístico en el Anexo N° 11.

5.6.7 Numero de granos por vaina

Se seleccionaron 10 vainas, se contó los granos por vaina y se sacó la media. Los resultados se muestran en el cuadro estadístico en el Anexo N°12.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados se presentan a continuación:

6. Emergencia del cultivo.

Es el número de días que ha transcurrido de la siembra a la germinación.

La emergencia se dio lugar después de 7 a 8 días con el 70% de la población esperada, encontrándose con las 3 primeras hojas fuera de la superficie del suelo.

Estos datos de emergencia son semejantes a los trabajos de Rodríguez A. (2004), que la emergencia se encuentra entre 8 días.

6.1 Altura en cm a los 7 días después de la emergencia

La altura de plantas se tomó 20 muestras al azar de la parcela y se midió en cm, las que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 1.- Altura a los 7 días

Altura de las plantas a los 7 días después de la emergencia										Promedio
9 cm	5 cm	4 cm	3 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	5 cm	4 cm	4,8 cm
5 cm	6 cm	4 cm	3 cm	1 cm	6 cm	8 cm	4 cm	6 cm	5 cm	

En el cuadro 1, a los 7 días de lectura tienen una altura de 4.8 cm como promedio.

Estos datos no superiores al trabajado realizado por García (2008), que proporcione valores con una media de 5,65 cm de altura, donde se puede mencionar que el proceso de emergencia puede estar influenciado por diversas condiciones climáticas, como ser el suelo la semillas, entre otros.

6.1.2 Días de floración

El tiempo transcurrido del día de la siembra a la floración fue a los 48 a 52 días, donde se observó la aparición de las primeras flores.

Según PUGA, (1992) la floración se inicia de los 25 a 30 días de la siembra, en las variedades precoces y a los 40 o 45 días en las variedades de arvejas para consumo en fresco. Estos datos sobre los días de la floración obtenidos en el trabajo son un poco superiores a los obtenidos por otros autores.

Cuadro 2 Altura a los 50 días (Días de Floración)

N °	Altura en (cm)	Área Foliar en (cm2)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)
1	26	72,2	9,09	0,86
2	25	154,7	4,97	0,44
3	27	134,4	3,97	0,35
4	34	178,5	3,85	0,22
5	38	196,9	3,76	0,24
6	61	331,8	3,62	0,24
Promedio	X=35,2	178,1	4,8	0,39

El índice de área foliar promedio por planta en el segundo registro de la variable es de 178,1 cm². El peso verde promedio es de 4,8 gr, con altura promedio de 35,2 cm por planta.

Pero el índice de área foliar se expresa en dm^2 / m^2 para ellos se transforma los centímetros cuadrados a decímetros cuadrados. En lo cual 178.1cm^2 se divide entre 100 y este es igual a $1,78 \text{ dm}^2$.

Para el área del suelo por planta se multiplica la distancia entre surco y surco con la distancia entre planta a planta el resultado es 1350 cm^2 , transformando a metros cuadrados es $0,135 \text{ m}^2$

Entonces el índice de área foliar (IAF) es:

$$\text{IAF} = \text{Área foliar por planta} / \text{Área del suelo por planta} (\text{dm}^2/\text{m}^2)$$

$$\text{IAF} = 0,72\text{dm}^2 / 0,135 \text{ m}^2$$

$$\text{IAF} = 5,3 \text{ dm}^2 / \text{m}^2$$

Cuadro 3 Estimación del índice de área foliar a los 50 días (floración)

N ° plantas muestreadas al azar	Área Foliar en dm^2	Índice de Área Foliar dm^2 / m^2
1	0,72	5,3
2	1,54	11,4
3	1,34	9,9
4	1,78	13,2
5	1,96	14,5
6	3,31	24,5
Promedio	1,77	13,1

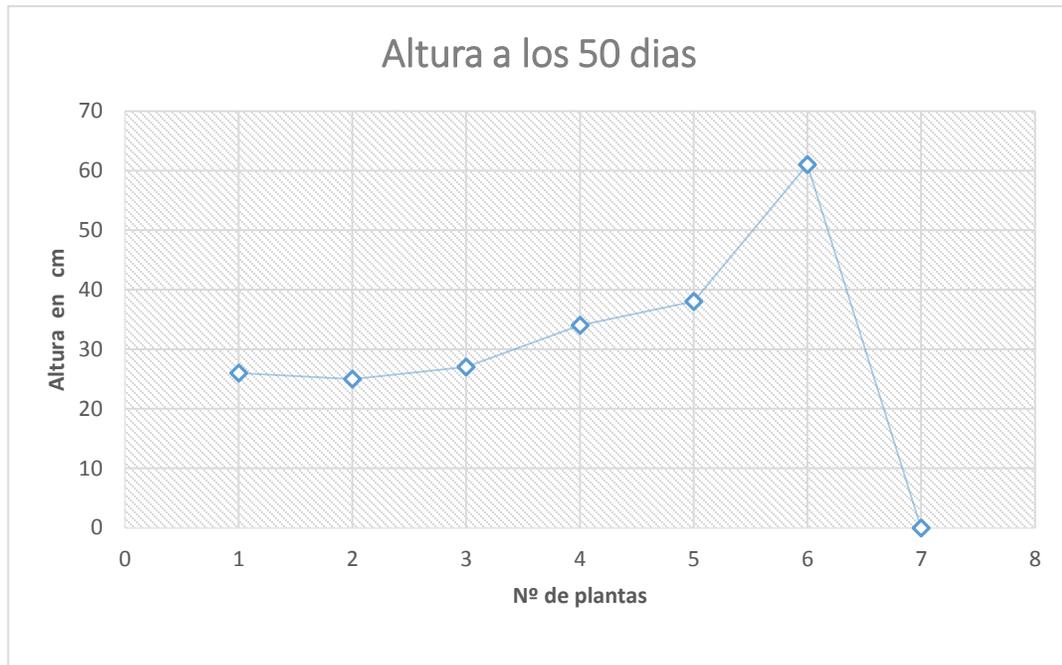
Los resultados muestran que el índice de área foliar fue de $13,1 \text{ dm}^2/\text{m}^2$, esto nos indican que la planta ocupa un espacio de más de 13 cm^2 sobre un metro cuadrado de

superficie, este dato es importante para saber la eficiencia del área para el proceso fotosintético.

Galindo y Clavijo (2007) Las plantas a los 42 días después de la siembra tenían en promedio de 0,30dm². En estos primeros datos cabe resaltar que fueron más pequeña los folíolos, y un menor tiempo muestreado las plantas de arveja.

Los días de floración depende de las características genéticas de la variedad que se utiliza más que en las condiciones edafo – ambientales.

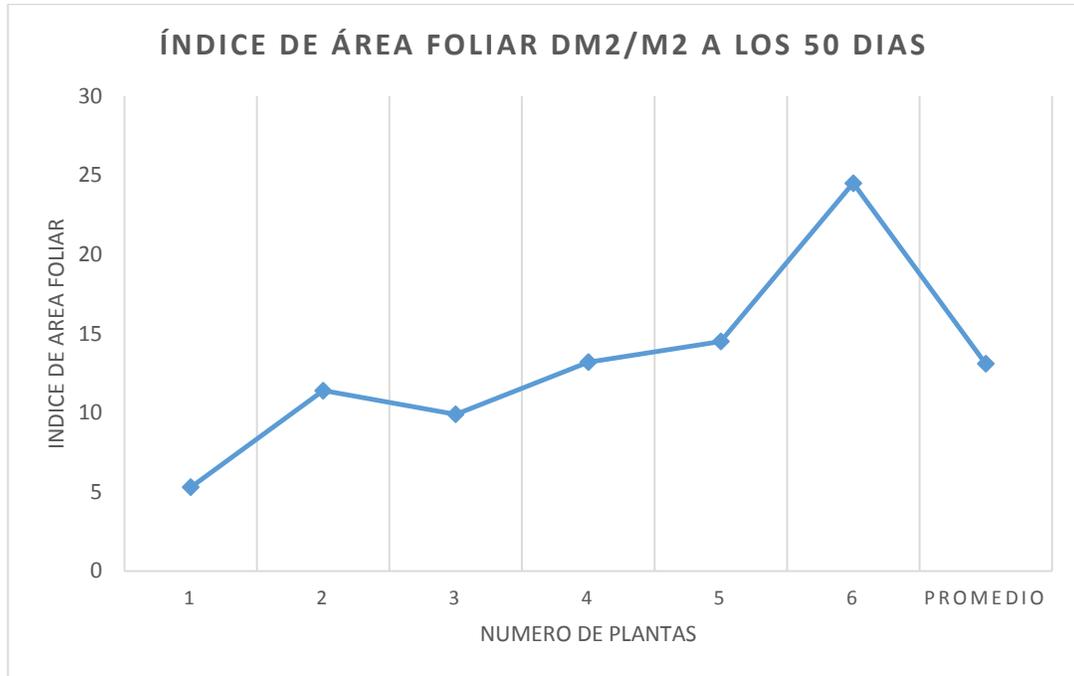
Grafica N° 1



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N° 1 apreciamos la medición entre la altura en mayor proporción de las plantas muestreadas a los 50 días, esto muestra la tendencia al mejor ajuste entre altura y las plantas, que la mayor altura fue de 61 cm, seguida con 38cm

Grafica N°2



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N° 2 apreciamos la altura y el índice de área foliar en mayor proporción de las plantas muestreadas a los 50 días, esto muestra que se tiene un índice de área foliar mayor en la planta N° 6 con un valor de 24,5dm²/m² y un promedio de 13,1dm²/m².

6.2 Porcentaje de Biomasa

Cuadro N°4 Porcentaje de Biomasa

La biomasa se obtiene del peso fresco/planta y del peso seco, estas últimas que son colocadas en una estufa a 65 °C, de esta manera se podrá calcular los porcentajes de materia seca (MS) por etapa muestreada.

Fuente: Lallana, M. del C. y Sabattini, R.A. (1992).

La fórmula es la siguiente:

$$\% MS = \frac{\text{Peso seco de la planta} * 100}{\text{Peso fresco de la planta}}$$

N °	Altura en (cm)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)	% de Biomasa
1	26	9,09	0,86	9,46
2	25	4,97	0,44	8,85
3	27	3,97	0,35	8,81
4	34	3,85	0,22	5,71
5	38	3,76	0,24	6,38
6	61	3,62	0,24	6,62
Promedio	X=35,2	4,8	0,39	7,63

En el cálculo de la biomasa a los 50 días se tiene un promedio de 7.63 % de materia seca. Dando un mayor porcentaje de materia seca en la planta N° 1 con una altura de 26 cm, y con un porcentaje de 9,46 % de materia seca

Esto quiere decir, que en 1m² de muestreo hay 2,3 gr de materia seca.

6.2.1 Altura a los 75 días

Cuadro 5 Altura a los 75 días

N °	Altura en (cm)	Área Foliar en (cm ²)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)
1	79	188,4	8,54	0,86
2	110	195,7	18,47	1,08
3	102	287,9	17,41	1,56
4	69	205,6	6,33	1,36
5	84	197,8	7,87	0,75
6	96	188,1	5,29	0,12
Promedio	X=90	210,5	10,6	0,95

En el cuadro numero 5 apreciamos una altura promedio de 90 cm esto quiere decir que se dio un incremento promedio de 54,8 cm de altura a la lectura anterior, la mayor altura se registra a 110 cm, se dio un incremento en relación a la anterior medición, cabe resaltar que el área foliar también se incrementó, como también en el peso verde.

El trabajo realizado por García J. (2008), obtuvo datos en promedio de altura de 96,30 cm a los 78,60 días, mientras Huicalpi, (2003) registro en su trabajo un promedio de 78, 82 días respectivamente.

6.2.2 Porcentaje de Biomasa a los 75 días

Cuadro N°6 Porcentaje de Biomasa a los 75 días

Altura en (cm)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)	% de Biomasa
79	8,54	0,86	10,07
110	18,47	1,08	5,84
102	17,41	1,56	8,96
69	6,33	1,36	21,48
84	7,87	0,75	9,52
96	5,29	0,12	2,26
X=90	10,6	0,95	9,68

La biomasa presente a los 75 días fue de un promedio fue de 9,68 % de materia seca, dando un incremento con la anterior lectura anterior de un 2,05% de materia seca.

En peso seco se tiene en 1m² es de 5,7gr de materia seca.

El mayor porcentaje de biomasa se dio en la altura de 69 cm con un porcentaje de un 21% de materia seca.

En el trabajo realizado por GARCIA, J. (2008), en el cultivo de haba obtuvo porcentaje a finales de la floración de un 65%, existiendo una gran diferencia, con toma de muestra de planta completa.

6.3 Estimación de índice de área foliar a los 75 días

Cuadro 7 Estimación de índice de área foliar a los 75 días

En el cuadro N° 7 vemos en comparación con el cuadro N°4 un incremento del área foliar en un 0,33 dm².

N °	Altura en (cm)	Área Foliar en dm ²	Índice de Área Foliar dm ² / m ²
1	79	1,88	13,92
2	110	1,95	14,44
3	102	2,87	21,25
4	69	2,05	15,18
5	84	1,97	14,59
6	96	1,88	13,92
Promedio	X=90	2,1	15,55

Estos resultados del índice de área foliar 15,55 dm²/m², nos indican que la planta ocupa un espacio de más de 15 cm² sobre un metro cuadrado de superficie, este dato es importante para saber la eficiencia del área para el proceso fotosintético.

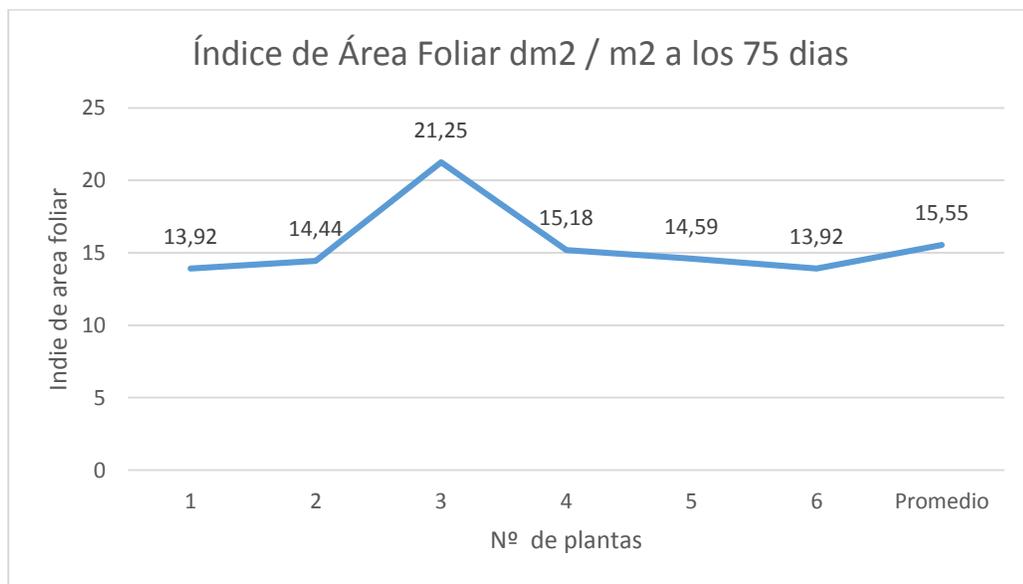
Se tiene un incremento de 2,45dm²/ m², de la lectura anterior.

El trabajo realizado por VIDAL, A. (1995) y muestra datos inferiores de 1,05dm² a los 68 días de muestreo, el valor se debe ya que VIDAL, A. (1995) realizó el cálculo del área foliar, con toma de muestras solo de los nudos 4, 5 y 6 de la planta, que presentaban láminas foliares desarrolladas y más grandes.

Grafica N° 3

Como se muestra en la gráfica vemos un incremento en altura a los 75 días, con un promedio de índice de área foliar de 15,55 dm²/m².

El mayor registro se dio en la planta N°3 con un valor de 21,25 dm²/m².



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8 Altura a 85 días

6.3.1 Días de Madurez Comercial

Es el tiempo transcurrido del día de la siembra hasta el momento que las primeras plantas terminan el ciclo del llenado de las vainas. Según Paz, 1998 obtuvo el llenado de vainas a los 93 días en madurez comercial

N °	Altura en (cm)	Área Foliar en (cm2)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)
1	114	279,9	18,98	2,95
2	105	213,5	14,39	2,63
3	65	144,6	11,41	1,56
4	89	196,5	12,56	1,95
5	98	216,1	13,08	1,84
Promedio	X = 94,2	210,1	14,08	2,18

En el cuadro 7 solo se aprecia 5 muestreos con una altura promedio de 94,2 cm, las mayores alturas fueron de 114 cm, registrándose un incremento en relación a la otra medición. El área foliar tiene un promedio de 210,1 cm², que es menor a la lectura anterior debido a que las plantas estaban entrando en una marchitez de las hojas debido a la excesiva calor presente en la zona, y como también a la mortandad de varias plantas . La mayor área foliar alcanzada en este último registro fue de 279,9 cm².

Es de resaltar que no aumentó el número y tamaño de las hojas, de manera que si se incrementó el peso verde debido al tallo y los nudos de la planta.

En comparación para la altura de la planta a los 80 días, realizado por Paspuel Jazmín (2013) obtuvo una media total de 108,41 cm, existiendo una diferencia de 14 cm.

6.3.2 Estimación del índice foliar a los 85 días

Cuadro 9 Estimación del índice foliar a los 85 días

N°	Altura en (cm)	Área Foliar en (dm ²)	Índice de Área Foliar dm ² / m ²
1	114	2,79	20,6
2	105	2,13	15,7
3	65	1,44	10,6
4	89	1,96	14,5
5	98	2,16	16
Promedio	X = 94,2	2.09	15,48

En el índice del área foliar en relación al cuadro N° 7 se observa que no se incrementó el área foliar. Mas al contrario decreció con la lectura anterior y se tiene un valor de 15,48dm² /m² esto también se debe a que solo se tuvo un muestreo de solo 5 plantas ya que las demás presentes estaban secas y marchitas, también se ve un decrecimiento en el área foliar con un valor de 2,09 cm² con la lectura anterior.

En cuanto al área foliar VIDAL, A. (1995) obtuvo el área foliar 1,46 dm² solo tomando en cuenta los nudos donde tenían solo las hojas más desarrolladas y completas.

6.3.3 Porcentaje de biomasa a los 85 días

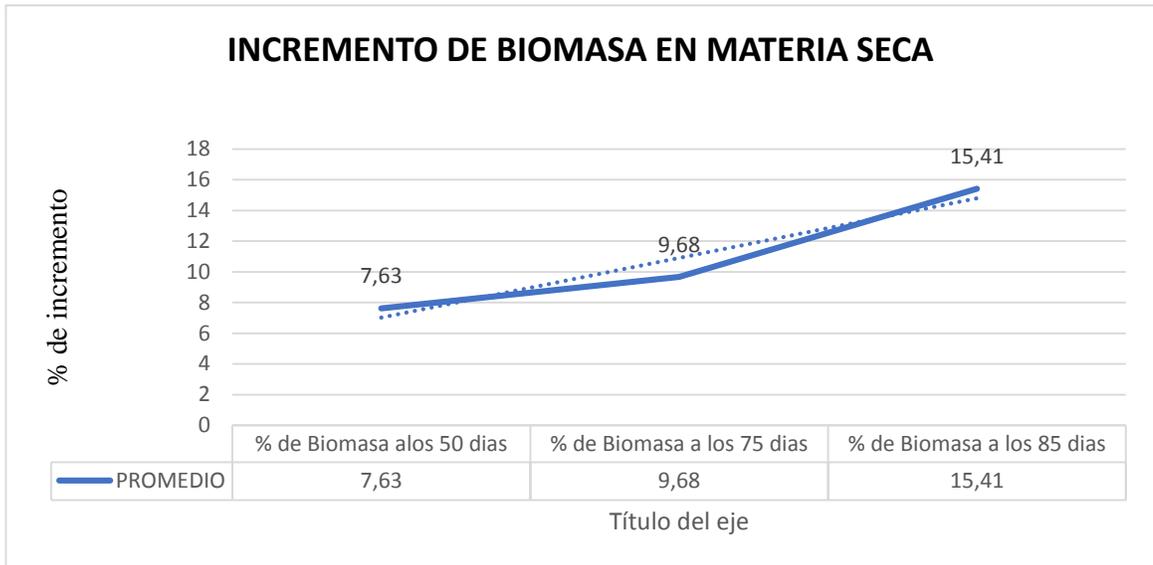
Cuadro N° 10 Porcentaje de biomasa a los 85 días

Altura en (cm)	Peso Verde Planta (gr)	Peso Seco Planta (gr)	% de Biomasa
114	18,98	2,95	15,54
105	14,39	2,63	18,27
65	11,41	1,56	13,67
89	12,56	1,95	15,52
98	13,08	1,84	14,06
X = 94,2	14,08	2,18	15,41

El porcentaje promedio de biomasa a los 85 días fue de 15,41 % de materia seca, dando un mayor porcentaje de 18,27 % de materia seca con la altura de 105 cm.

El trabajo realizado por CONDORI, B. (2006) obtuvo porcentaje de biomasa superior a los 56 % de materia seca, esto muestra una gran diferencia, pero realizado el trabajo en recolecta de muestra de raíz, tallo y hojas.

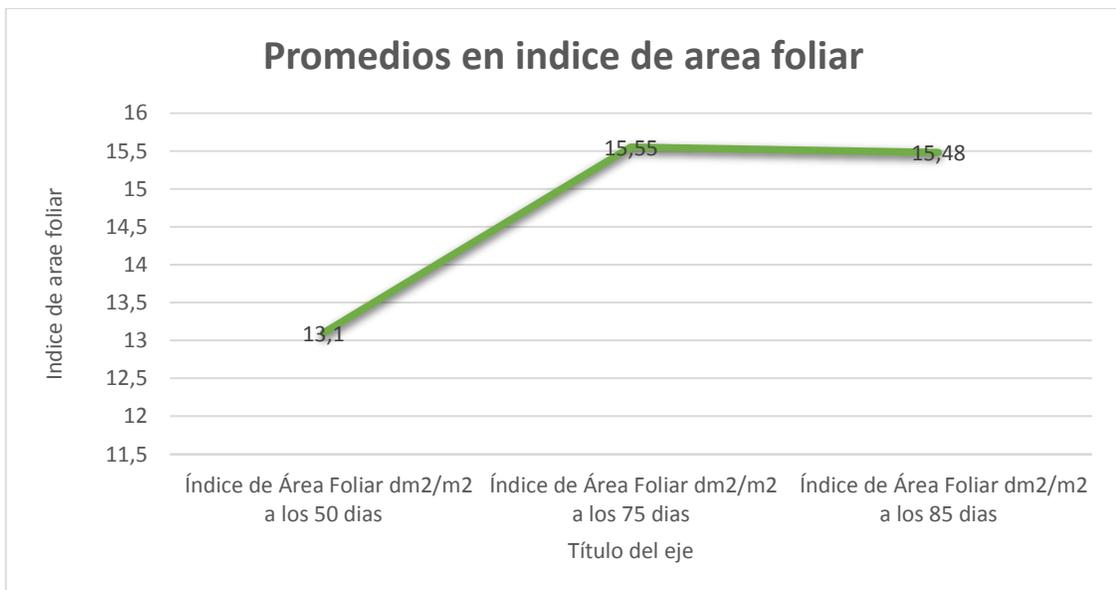
Grafica N° 4



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°3 podemos apreciar en incremento de biomasa en un 7,78% de materia seca, pero vemos que no es un porcentaje considerable en el cultivo de arveja

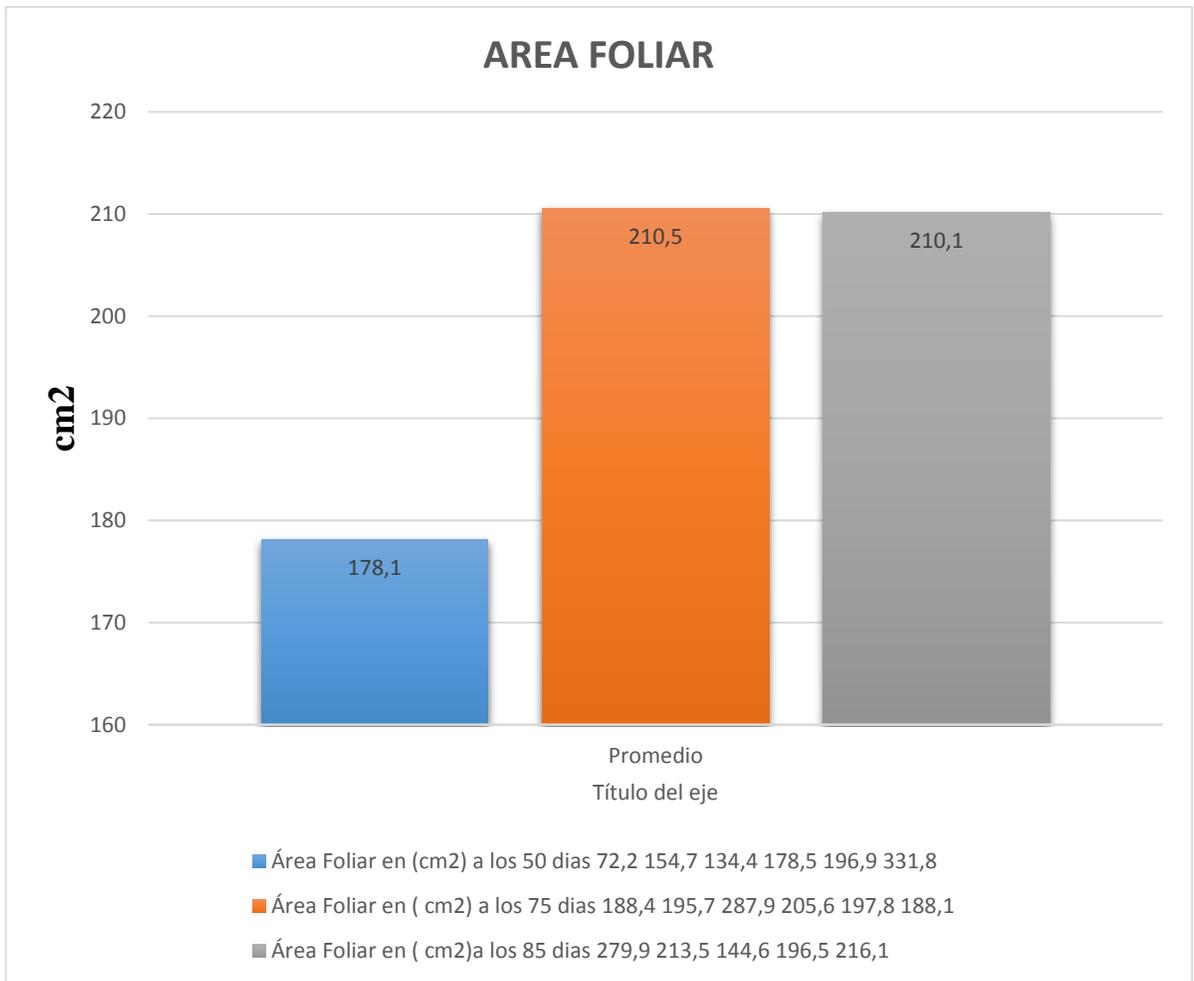
Grafica N° 5



Fuente: Elaboración propia

Grafica N° 6

En la gráfica N°5 se muestra el mayor promedio en área foliar que se dio a los 75 días con 210,5 cm², casi similar a la tercera medición con 210,1cm²



CAPITULO V

CONCLUSIONES

- 1.-** Se pudo determinar el índice de área foliar, y se observó un incremento, a los 75 días alcanzando el mayor valor promedio de $15,55\text{dm}^2/\text{m}^2$

- 2.-** A los 85 días el índice de área foliar alcanzo un promedio de $15,48\text{ dm}^2/\text{m}^2$, con respecto a la anterior lectura de a los 75 días con un valor de $15,55\text{dm}^2/\text{m}^2$ este índice de área foliar muestra que decreció, pero no en forma considerable.

- 3.-** Se puede apreciar que el incremento de biomasa, se da mayormente a los 85 días, con una valor de $7,78\%$ de materia seca en el cultivo de arveja.

- 4.** Existió una gran diferencia en porcentaje de biomasa seca obtenida en comparación por parte de otros autores

- 5.-** La planta de arveja no presento un buen desarrollo de la misma manera ya que los factores como el clima, y la humedad afecto tanto en su crecimiento como en la toma de muestras.

- 6.-** Solo se llegó en la fase fenológica de fructificación temprana, que es en cual la planta empieza el llenado de las vainas en verde a los 85 días.

- 7.-** Se determinó el peso fresco y seco de la plántula solo hasta los 85 días.

RECOMENDACIONES

- 1.-** El área de los folíolos también se puede calcular con otros métodos para poder disminuir el error y dar una mejor precisión de la estimación, también para reducir a la mitad el tiempo de evaluación, lo cual es importante para reducir costos de investigación o facilitar la toma de otras variables de interés para la evaluación y seguimiento de los cultivos de arveja.
- 2.-** En la determinación de biomasa se debe muestrear plantas completas, para así tener un buen porcentaje de materia seca.
- 3.-** Se recomienda realizar muchos más muestreos en lo posible para tener un análisis más confiable en el área foliar, y así poder profundizar el conocimiento del comportamiento del cultivo.
- 4.-** Se debe realizar un cuidado adecuado, ya que en cuanto al crecimiento de la arveja, no se pudo completar su estado fenológico completo, y no se puede medir con exactitud el área foliar, por presencia de marchitez o decaimiento de las hojas.