

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE ARVEJA**

Según Peralta (1998), en el Ecuador las zonas de cultivo mas potencial se encuentran en Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar con variedades enanas y con decumbentes en Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay, Loja.

#### **2.1.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una planta que se cultiva extensamente para aprovechar su semilla y vaina para consumo humano y como leguminosa verde para forraje de animales.

La arveja posee una raíz principal pivotante y raíces laterales que se ramifican. Esto asevera Nazareno (1989), La capacidad de profundización de su sistema radicular no resulta tan acentuada como la de las otras leguminosas de grano, por lo que requiere bastante agua.

El número de nudos vegetativos antes de la primera inflorescencia puede variar en función del clima, desde ocho a veinte (Nazareno, 1989).

Las hojas son compuesta emparipinadas con foliolos elípticas de bordes ondulados. En los tres primeros entrenudos se presentan hojas rudimentarias a manera de escamas y en las otras lleva hojas con solo un par de foliolos. Las estipulas de tamaño mayor que los foliolos, se insertan en la base del pecíolo de

cada hoja. En las hojas superiores los folíolos se transforman en zarcillos persistentes, que utiliza la planta para sostenerse.

Las flores son pentámeras blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos de una o dos flores en las axilas de las hojas. El cáliz gamosépalo presenta cinco sépalos de color verde pálido, los cuatro son persistentes. La corola esta formada por cinco pétalos irregulares llamados alas, estandarte y quillas, presentan coloración blanca o violeta, son de tipo dialipétala papilionada. El androceo esta constituido por diez estambres diadelfos colocados en dos verticilos (Producción Agrícola 1 2001).

### **2.1.2. CICLO DE CULTIVO**

Peralta (1998), establece que si se trata de cosecha granos tiernos de arveja deben estar comprendidos en este determinado tiempo.

En tierno:     85 a 100 días (enanas)  
                  105 a 115 días (decumbente)

Y si se trata de cosecha de granos secos comprendida en los siguientes intervalos de días.

En seco:       115 a 120 días (enanas)  
                  130 a 135 días (decumbentes)

### **2.1.3. GENÉTICA Y VARIEDADES**

El genero *Pisum*, ha sido objeto de controversias entre los investigadores y taxónomos vegetales frente a las especies silvestres y cultivadas, reconociendo finalmente por varios autores las especies: *Pisum hortense*, *P. sativum*, *P. humile*, *P. fulvum*, *P. arvense*, *P. macrocarpon*, *P. farnosum*, *P. syriancum*. De todas estas

especies tienen importancia agrícola *P. Hortense*, *P. humile*, *P. sativum*, *P. arvense*.

En cuanto a variedades, los genetistas y fitomejoradores han desarrollado un buen número de ellas, las cuales, desde el punto de vista agronómico y basados en sus características, son ubicadas en estos tipos (Enciclopedia Agropecuaria, Producción Agraria I 2001).

1. Período vegetativo: *Precoces, intermedias, tardías*.
2. Color del grano seco: *amarillo, verde*.
3. Altura: *enredadera, intermedias, enanas*.
4. Hábito de crecimiento: *indeterminadas, determinadas*.
5. Superficie o testa de la semilla: *lisas, arrugadas*.
6. Uso: *industriales, consumo fresco*.

La arveja, *Pisum sativum* L., es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (papilionáceas). En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas, las cuales se describen a continuación:

a) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *macrocarpon* Ser.: es cultivada para el consumo de sus vainas; éstas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: comelotodo, arveja china, snow pea, china pea, pois mange-tout, etc. En Chile se le conoce también con el nombre de sinhila.

b) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum*: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden destinarse directamente al consumo humano o procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad están los siguientes: arveja, guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

c) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentación humana o animal. Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: arveja seca, arveja forrajera, field pea, etc.

#### **2.1.4. VARIEDADES MEJORADAS**

Peralta (1998), cita a las variedades mejoradas que a continuación se anotan.

<b>Mejoradas</b>	<b>Hábito</b>
INIAP- 431, Andina (grano verde)	erecta enana
INIAP- 432, Lojanita (grano crema)	erecta enana
INIAP- 433, Roxana (grano crema)	decumbente
INIAP- 434, Esmeralda (grano verde)	decumbente

## **2.2. FERTILIZACIÓN**

### **2.2.1. DEFINICIÓN DE FERTILIZACIÓN**

Por fertilización, se entiende la mejora de la fertilidad agrónoma del suelo mediante la adición de sustancias capaces de modificar positivamente la función nutritiva o las condiciones de habitabilidad del mismo.

Un fertilizante es toda sustancia o técnica que se emplea para restituir o aumentar la fertilidad del suelo, ya sea en cuanto la estructura, el pH o a sus elementos nutritivos. Los fertilizantes pueden dividirse en enmendantes o modificadores de la estructura, correctivos o modificadores del pH y abonos a sustancias empleadas para mejorar la condiciones nutritivas del suelo (Fundamentos de la agricultura, 1988).

Además la fertilización es la aportación de sustancias minerales u orgánicas al suelo del cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva. Mediante esta técnica agronómica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de facilitar la perenne renovación del proceso productivo, evitando de esta manera el empobrecimiento y esterilidad del suelo.

La fertilización representa tal vez la práctica agronómica más importante del proceso productivo agrícola.

El abonado o fertilización del suelo, no es un descubrimiento reciente, los chinos, los griegos y los romanos utilizaron para ello abonos animales, margas (roca de carbonato de cal y arcillas pulverizadas) y cenizas vegetales los egipcios fertilizaban sus tierra con los sedimentos de las inundaciones del Nilo y nuestros ancestros, dentro de la racionalidad de su tecnología agrícola, emplearon elementos similares unidos a otras estrategias de manejo de los recursos naturales intervinientes en los procesos productivos para procurarse buenas cosechas.

Existen dos tipos de fertilizaciones, una llamada química que consiste en alimentar a la planta directamente y mediante el abastecimiento de sustancias químicas sintéticas solubles en agua. La otra, la fertilización orgánica que es la que aporta al suelo y a la planta una alimentación suficientemente equilibrada, mediante la incorporación de residuos de origen animal y vegetal que permiten la activación biológica de microorganismos que facilitan la descomposición y ponen a disposición de la planta, macro y micronutrientes (Suquilanda, 1995).

### **2.2.2. ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LA FERTILIZACIÓN.**

Ruiz (1996), señala que para crecer, las plantas necesitan 16 nutrientes, estos los consiguen del aire, del agua del suelo y de los minerales del suelo o materia orgánica.

- 1.- Del aire y del agua del suelo: El carbono (C) y el oxígeno (O).
  
- 2.- Del suelo, de los fertilizantes y de los abonos de origen animal: El nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el calcio (Ca), el magnesio (Mg), el azufre (S), el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el boro (B), el molibdeno (Mo) y el cloro (Cl).

Se conoce que 16 elementos químicos son esenciales para el crecimiento de la planta. Estos elementos están divididos en dos grandes grupos: minerales y no minerales.

Estos elementos nutritivos son los indispensables para la edificación de pequeñas células que componen la planta. Hay otros elementos químicos distintos de estos 16 que también son absorbidos por las plantas, pero que son esenciales.

Los fertilizantes, estiércoles o residuos de cultivos se aplican al suelo para incrementar el aporte de nutrientes de la planta. Las plantas pueden utilizar los

nutrientes o bien de fuentes orgánicas (estiércoles o residuos de cultivos) o inorgánicas (minerales del suelo, fertilizantes o cenizas).

Los elementos no minerales son carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Estos elementos se encuentran en el agua y en la atmósfera y son usados en el proceso de la fotosíntesis. (Ruiz, 1996).

### **2.2.3. FERTILIZACION QUÍMICA**

La Biblioteca de la Agricultura (1988), establece que, para conservar y aumentar la fertilidad del suelo, resulta necesario añadir cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Por lo general, un contenido elevado de materia orgánica significa un adecuado contenido de estos elementos, pero cuando los análisis indican la carencia de alguno de ellos es necesario recurrir a los abonos minerales.

**2.2.3.1. Abonos nitrogenados.-** A comienzos del siglo veinte se utilizaba en el mundo unas 600 000 mil toneladas de nitrógeno, fertilizante proveniente del nitrato natural de Chile. A partir de la fabricación industrial de abonos nitrogenados utilizando como materia prima nitrógeno atmosférico, el consumo alcanzó hasta 1960 las 12 millones de toneladas anuales.

**2.2.3.2. Compuestos amoniacales.-** son aquellas que contienen nitrógeno en forma amoniacal o en forma que rápidamente se transforma en el suelo en nitrógeno amoniacal su efecto no es rápido y no está sujeto al lavado.

**2.2.3.3. La cianamida calcica.-** fue el primer abono nitrogenado sintéticamente, por fijación del nitrógeno del aire mediante un procedimiento fisicoquímico, actualmente y debido a su elevado costo, está en desuso. Es soluble en el agua y se difunde rápidamente en el suelo, donde sufre una serie de transformaciones para producir urea primero y nitrógeno amoniacal después. (Biblioteca de la agricultura, 1988)

Ruiz (1996), aclara que fertilizantes pueden ayudar a doblar o incluso a triplicar los rendimientos de los cultivos. Aplicado en dosis correctas en nutriente que aporta el fertilizante, el cultivo vegeta mejor. El cultivo se vuelve más verde y más sano, crece con mayor rapidez, más alto y rinde más.

El fertilizante no cuesta, sino que paga. Este es un lema popular y cierto. En muchos casos, si los agricultores siguen las recomendaciones sobre fertilizantes pueden obtener un ingreso de más del doble del capital invertido.

Lo mismo que sucede con los incrementos de los rendimientos en el programa de fertilizantes, el beneficio derivado del empleo de fertilizantes varía también según el cultivo y el país de que se trate.

La fertilidad es vital para que un suelo sea productivo. Al mismo tiempo un suelo fértil no es necesariamente un suelo productivo. Factores como el mal drenaje, insectos, sequía, etc. pueden limitar la producción aun cuando la fertilidad de un suelo se muy adecuada. Para entender completamente la fertilidad de suelo se deben conocer estos otros factores que mantienen o limitan la productividad. (Ruiz, 1996).

Para entender como funciona la productividad del suelo se debe conocer las relaciones existentes entre suelo y la planta. Ciertos factores externos controlan el crecimiento de la planta: aire, calor temperatura luz, la planta depende del suelo al menos parcialmente, para obtener estos factores. Cada uno afecta directamente el crecimiento de la planta y cada uno esta relacionado con los otros. Debido a que el agua y el aire ocupan el espacio de los poros en el suelo, los factores que afectan las relaciones deL agua necesariamente influyen ala aire y al suelo. Al mismo tiempo, los cambios de la humedad afectan la temperatura del suelo. La disponibilidad de nutrientes esta influenciada por el balance entre el agua y el suelo así como por la temperatura. El crecimiento radicular también esta

influenciado por la temperatura así como el agua y el aire disponibles en el suelo (Inpofos, 1997).

#### **2.2.4. FERTILIZACIÓN FOLIAR**

Según Porta (1994), la nutrición foliar de las plantas cultivadas es pues una vía alternativa y/o complementaria a la nutrición radicular en cuanto a micro elementos. Destacamos, además, el poder ser realizada en aplicación simultánea con pesticidas, su economía, y su rapidez en eliminar una deficiencia nutritiva.

Esta fertilización es complementaria a la edáfica se deben dar dos aspersiones foliares de nitrógeno. La aspersión debe tener una concentración de urea 1.75 por ciento de la solución nitrogenada, formada a base de disolver 10.8 kilogramos de urea en 600 litros de agua, más 248 mililitros de adherente Extravon-40. Esta concentración equivale a 5 kilogramos por Hectárea de nitrógeno por aplicación.

Con estas dos fertilizaciones el rendimiento de arveja se verá incrementado en un 70 por ciento; 50 por ciento, por efecto de la fertilización edáfica y 20 por ciento por efecto adicional de la fertilización foliar. Aplicar foliar mente la solución nitrogenada al 1.75 por ciento de concentración de urea (Porta, 1994).

Ruiz (1996), menciona La absorción de nutrientes por la hoja se realizan con mucha rapidez que a través del suelo; el aprovechamiento de los nutrientes suministrados a la hoja es claramente mejor que cuando estos están aplicados al suelo, la absorción de nutrientes en el suelo queda influida por una serie de factores que no pueden ser controlados por el agricultor o solamente de forma muy limitada.

Tipo de suelo, estructura del mismo, valor del pH, humedad temperatura, contenido de materia orgánica, actividad microbiana, profundidad del suelo arable, contenido del suelo en materias tóxicas (metales pesados, residuos de

basuras), capacidad de la planta similar los nutrientes, estado de sanidad de las raíces y de la planta etc.

Una serie de factores influyen durante el periodo vegetativo la posible absorción de nutrientes y el crecimiento durante determinadas épocas con diversa intensidad (Ruiz, 1996).

### **2.2.5. FERTILIZACION ORGÁNICA**

La FAO (1999), describe a la agricultura orgánica como a los varios enfoques de la agricultura sostenible. En efecto, muchas de las técnicas utilizadas -por ejemplo, los cultivos intercalados, el acolchado, la integración entre cultivos y ganado- se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas. Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación, están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo".

Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo en las granjas. Algunos países desarrollados (por ejemplo Alemania o Francia) obligan a los agricultores a aplicar técnicas orgánicas, o los subvencionan para que las utilicen, como solución a los problemas de contaminación del agua.

La agricultura orgánica todavía es apenas una pequeña rama de la actividad económica, pero está adquiriendo creciente importancia en el sector agrícola de algunos países, independientemente de su estadio de desarrollo. En Austria y en Suiza, la agricultura orgánica ha llegado a representar hasta un 10 por ciento del sistema alimentario, y en Estados Unidos, Francia, Japón y Singapur se están registrando tasas de crecimiento anual superiores al 20 por ciento.

La demanda de productos orgánicos ha creado también nuevas oportunidades de exportación para el mundo en desarrollo. Como ningún país puede satisfacer la demanda de una variedad de alimentos orgánicos producidos dentro de sus fronteras durante todo el año, muchos países en desarrollo han comenzado a exportar con éxito productos orgánicos, por ejemplo, frutas, leguminosas la industria europea de los alimentos infantiles, hierbas de Zimbabwe a Sudáfrica; seis países de África exportan algodón a la Comunidad Europea (FAO, 1999).

#### **2.2.5.1. EL HUMUS**

De acuerdo a investigaciones realizadas por Sánchez (2003): El humus es una sustancia que se produce por la descomposición en el suelo de restos orgánicos.

Ejemplo: cuando cae una hoja al suelo es atacada por hongos y bacterias y una parte de esa hoja se convierte en humus. Ocurre igual con el estiércol, compost, turba y cualquier material orgánico: son atacados por los microorganismos y se forma humus.

Con los años, el humus también se descompondrá y transformará en minerales, pero lentamente; desaparecerá como humus después de más de 3 años (Sánchez, 2003).

#### **2.2.5.2. BENEFICIOS DEL HUMUS**

El humus es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo y para la planta:

Agrega las partículas y esponja el suelo, lo airea; por tanto, mejora su estructura. Retiene agua y nutrientes minerales y así no se lavan y pierden en profundidad.

Aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, etc.).

El humus produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia: vitaminas, reguladores de crecimiento (auxinas, gibrelinas, citoquininas) y sustancias con propiedades de antibióticos. Las raíces se encuentran mejor en un suelo rico en humus que en uno pobre en esta sustancia. (Sánchez, 2003).

### **2.2.5.3. CANTIDAD DE HUMUS EN EL SUELO**

Para, Becerra (2005), el método preciso es llevando una muestra de suelo a analizar a un laboratorio. Se determina el valor exacto. Por ejemplo: "Este suelo tiene un 1,7% de humus" (materia orgánica). Quiere decir que por cada 100 kilos de tierra, hay 1,7 kilos de humus.

La mayoría de los suelos cultivados tienen entre un 1 y un 3% de humus. La arena de la playa es muy pobre en humus, no llega al 1%, pero el suelo de un bosque puede superar el 5% de humus.

Si sale un valor muy bajo es más que recomendable hacer un plan de mejora para aumentarlo, mediante, por ejemplo, fuertes estercoladuras durante varios años seguidos.

En invierno es el mejor momento para aportar abonos orgánicos al suelo, los cuales producirán humus y nutrientes para las plantas (Nitrógeno, Potasio, Azufre) (Becerra, 2005).

#### **2.2.5.4. EL HUMUS COMO ÚNICA FUENTE DE FERTILIZANTE**

Se podría abonar sólo con abonos orgánicos, según Sánchez (2003), es lo que se suele hacer en las huertas tradicionales, pero sale más caro que los fertilizantes químicos.

En determinados momentos hacen falta grandes cantidades de nitrógeno y de los demás elementos y los abonos orgánicos no pueden suministrarlo ya que ellos van descomponiéndose lentamente, según el clima y el tipo de suelo.

Si hay carencias de micro nutrientes, por ejemplo, de hierro, la manera más fácil de corregirla es con fertilizantes minerales, por ejemplo, con quelatos de hierro.

Los abonos químicos o minerales lo único que aportan son nutrientes puro y duro, ni humus ni mejora del suelo en otros aspectos como hacen los abonos orgánicos. Eso sí, enriquecen de minerales el suelo y las plantas disponen de alimento en cantidad, pero nada más.

El humus de lombriz es uno de los pocos fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por c.c), capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Su aplicación baja hasta un 40 los costos de fertilización.

Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas produce aumento de porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos el humus contiene cuatro veces mas nitrógeno, veinticinco veces mas fosfato, y dos veces y media mas potasio que el mismo peso de estiércol de bovino (Sánchez, 2003).

### **2.2.6. FERTILIZACIÓN EN ARVEJA**

Dado que la arveja es de ciclo relativamente corto y posee un sistema radical poco extendido y no alcanza a explorar exhaustivamente el suelo, requiere una alta dotación de nutrientes asimilables para desarrollar y producir altos rendimientos (Domínguez, 1989).

El mismo autor, manifiesta que la planta de arveja en sus estados iniciales, debe absorber el nitrógeno del suelo mientras no esté disponible el aporte que efectúan las bacterias simbióticas. A partir de este momento, por lo general, no es necesaria su aplicación por medio de la fertilización. El suelo debe proveer los demás nutrientes, de allí que la necesidad de fertilizar y el fertilizante a aplicar, estén determinados por la disponibilidad de nutrientes del mismo y por las exigencias de la plana; es decir, debe adecuarse a cada situación en particular.

En la región andina es común encontrar suelos deficientes en fósforo. Los trabajos de arveja conducidos por la Estación Experimental Mérida, determinaron que se pueden obtener incrementos significativos de rendimiento cuando la disponibilidad del suelo es mayor de 15 ppm de fósforo (partes de millón de P205).

El muestreo de suelos con fines de diagnóstico debe realizarse cuidadosamente y siguiendo estrictas normas de muestreo, dado que constituye la llave del éxito o fracaso del análisis del suelo como herramienta para diagnosticar la fertilización (Domínguez, 1989).

#### **2.2.6.1. NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE ARVEJA**

Según el Proyecto: IQ-CV-081 2002 que INIAP Estación Santa Catalina describe que en el Ecuador, las leguminosas (importantes fuentes de proteína) son generalmente cultivadas en suelos pobres especialmente en nitrógeno, lo cual

constituye un factor crítico de sus bajos rendimientos. Para incrementarlos, una alternativa es el aprovechamiento de la fijación biológica de nitrógeno al asociarse simbióticamente con microorganismos del suelo, concretamente con la bacteria del genero Rhizobium. (Proyecto: IQ-CV-081, 200)

Inpofos (1989); menciona que la fijación de nitrógeno atmosférico es importante por que uniendo al nitrógeno con ácidos orgánicos los microorganismos fijadores de nitrógeno (Diatrofos) aminoácidos y con ellos proteínas, ácidos nucleicos y cofactores. Así, basados en dos procesos(fotosíntesis y fijación biológica del nitrógeno, ciertas cianobacterias son capaces de producir la mayor parte de las moléculas que requieren para crecer y reproducirse tomando los elementos faltantes del agua y de la roca inicial.

Vale aclarar que la importancia que tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>) radica en gran medida en que:

- ❖ El nitrógeno es un elemento químico indispensable para todos los seres vivos dado que la mayoría de las moléculas orgánicas lo contienen.
- ❖ Es un elemento que muy fácilmente se pierde al ser eliminado constantemente por el organismo, condición que aumenta la necesidad de su aporte continuo.
- ❖ La forma mas abundante en el planeta es la forma gaseosa dado que el 78% del aire que se respira es nitrógeno
- ❖ El nitrógeno del aire se presenta como una molécula muy estable N<sub>2</sub>, no es asimilable para la mayoría de seres vivos, incapaces de fijarlo.

- ❖ Solo unos cuantos organismos procariotos (Algunos actinomicetes, cianobacteria, bacteria) tienen la capacidad de fijar nitrógeno y trasflorarlo en formas asimilables para las plantas, y a partir de ellas, para los animales.
- ❖ Las cianobacterias son organismos muy autosuficientes, capaces de obtener energía y carbono en la fotosíntesis y nitrógeno del aire para sintetizar aminoácidos y proteínas a partir de la fijación del nitrógeno. (Manual del agropecuario, 2002).

Foth (1990), señala que la cantidad de abono nitrogenado varía mucho por numerosos factores técnicos y económicos. Según la especie cultivada las exigencias del nitrógeno varían ciertas plantas como las leguminosas no necesitan fertilización nitrogenada gracias a la fijación simbiótica que realizan, otras como las gramíneas consumen mucho nitrógeno por lo que exigen dosis elevada.

Inpofos (1997), menciona que en los suelos pobres que liberan poco nitrógeno con la mineralización de la materia orgánica, el abonado debe representar una parte notable en la nutrición.

Es constituyente importante de proteínas, enzimas, vitaminas y ácidos nucleicos, que regulan casi todas las funciones metabólicas de las plantas y está involucrado en el proceso de fotosíntesis, por formar parte de la clorofila.

La deficiencia de este elemento en los cultivos provoca, clorosis que inicia en las hojas viejas y se traslada a las hojas mas jóvenes a medida que la deficiencia se torna severa, disminuye el crecimiento de la planta (Inpofos, 1997).

Una de las funciones del nitrógeno es estimular el crecimiento vegetativo de la parte aérea, ese desarrollo no puede efectuarse sin la presencia del fósforo, potasio y otros elementos esenciales disponibles (Foth, 1990).

### **2.2.6.2. FIJACIÓN DEL NITRÓGENO**

Ruiz (1996), puntualiza que cuando el nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>) se combina con H<sub>2</sub> u O<sub>2</sub>, ocurre un proceso llamado fijación. Este proceso debe ocurrir para que el N pueda ser utilizado por las plantas. La fijación puede ocurrir de la siguiente manera.

Fijación Biológica: la fijación puede ser simbiótica o no simbiótica. La fijación simbiótica de N se refiere al trabajo de bacterias que fijan N mientras crecen en asociación con una planta huésped.

El ejemplo más conocido es la asociación entre la bacteria *Rhizobium* y las raíces de las leguminosas. Las leguminosas entregan carbohidratos las cuales proveen la energía necesaria para que las bacterias fijen N (Ruiz, 1996).

El Proyecto IQ-CV-081 2002, del INIAP Santa Catalina en el Ecuador, menciona que las leguminosas (importantes fuentes de proteína) son generalmente cultivadas en suelos pobres especialmente en nitrógeno, lo cual constituye un factor crítico de sus bajos rendimientos. Para incrementarlos, una alternativa es el aprovechamiento de la fijación biológica de nitrógeno al asociarse simbióticamente con microorganismos del suelo, concretamente con la bacteria del género *Rhizobium*.

### **2.2.6.3. FÓSFORO EN EL CULTIVO DE ARVEJA**

El fósforo en el cultivo de la arveja es un macroelemento de vital importancia puesto que permite crecer un sistema radicular amplio lo comenta (Inpofos, 1997).

El fósforo como nutrición (2001), menciona que los abonos fosfatados pueden dividirse en abonos de acción rápida y de acción lenta. Entre los primeros se distinguen los superfosfatos, el superfosfato triple el fosfato amoníaco iones

disueltos. Entre los segundos las escorias básicas las rocas fosfatadas molidas las harinas de huesos vaporizadas y la árida de carne y hueso y el superfosfato es el abono fosfatado clásico es un producto de color gris fino , y fácil de esparcirse en estado seco se obtiene en forma granular y en polvo. Este abono no acidifica el suelo ya que la pérdida de calcio se compensa con el abono.

Este elemento participa en la composición de las moléculas de las membranas celulares y en los compuestos relacionados con la captura y transporte de energía dentro de las plantas, entre las que hay que destacar la fotosíntesis, la división celular, la formación y utilización de azúcares, grasas y proteínas, la respiración (El fósforo como nutrición, 2001).

Según Inpofos (1997), el fósforo es un elemento de gran importancia en el desarrollo de raíces de las plantas, además es la base de las unidades energéticas de los seres vivos formando parte del ATP, desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento de energía, división celular y crecimiento.

El fósforo dentro de la planta es, al contrario que en el suelo, un elemento muy móvil y del mismo modo que el nitrógeno, las deficiencias se manifiestan en las hojas viejas, el crecimiento se reduce, las hojas verdes pierden brillo y se vuelven de un color verde muy oscuro y ocasionalmente aparecen tonos morados en diferentes partes de las hojas y ramas.

El fósforo se mueve rápidamente de tejidos viejos a jóvenes, por lo que la deficiencia aparece en las hojas viejas de las plantas, dando como resultado plantas pequeñas y hojas distorsionadas, con un color púrpura rojizo especialmente cuando las temperaturas son bajas, además que las hojas empiezan a tornarse verde oscuras , en algunos cultivos (Inpofos ,1997).

Otros nutrientes pueden estimular el desarrollo radicular, aumentando así la captación del fósforo, nutrientes como el calcio y azufre aumentan la disponibilidad del fósforo (Castro, 2003).

#### **2.2.6.4. POTASIO EN EL CULTIVO DE ARVEJA**

El Inpofos (1997), describe muchos trabajos de investigación han demostrado que el potasio juegan un papel fundamental en la reducción de la incidencia, entre otras, de las siguientes enfermedades *Rizoctonia*, *Fusarium* y damping off, Mildew y mancha parda, Roya, Mancha negra, esclerotinia entre otras.

El potasio tiene un gran impacto en la calidad del cultivo incidiendo en factores como el incremento del peso de cada grano.

El potasio es relativamente inmóvil en el suelo, llegando a la raíces principalmente por difusión. Por esta razón, cualquier factor que restrinja el crecimiento de las raíces o que reduzca la tasa de difusión puede disminuir la absorción de K, varios de esos factores se discuten a continuación:

**a) Aireación el suelo.-** La mala aireación afecta mas la absorción del K que la absorción de cualquier otro nutriente. La reducción de labranza y la compactación limitan la absorción de K.

**b) Temperatura del suelo.-** La baja temperatura del suelo reduce la disponibilidad y la absorción de K por las raíces de la planta. Este efecto puede ser parcialmente cambiado mediante el incremento de los niveles de K en el suelo.

**c) Contenido de K en el suelo.-** A medida que baja el contenido de potasio en el suelo decrece la absorción de este nutriente por parte de las raíces (Inpofos, 1997).

#### **2.2.6.5. APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LA ARVEJA**

Según Domínguez (1989), el fósforo es un nutriente muy poco móvil y reacciona gradualmente con los componentes del suelo, tornándose no asimilable para las plantas. Esta reacción depende de las características del suelo y del producto aplicado. Todo ello debe tomarse en consideración para lograr la mayor eficiencia en la fertilización fosfatada.

Conviene aplicar los fertilizantes fosfatados solubles, en forma localizada a unos 15 días después de la siembra, cuando la planta tenga raíces algo desarrolladas, para evitar el no abastecimiento por fijación. El producto debe quedar colocado en una o dos bandas al costado y por debajo de la línea de siembra o bien en una banda por debajo de las semillas.

Cuando no se cuenta con la máquina adecuada puede aplicarse al voleo e incorporarlo con rastra previo a la siembra. Esta forma es menos eficiente que la localizada (Domínguez, 1989).

#### **2.2.6.6. FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOSIS RECOMENDADAS PARA EL CULTIVO DE ARVEJA**

El mismo autor manifiesta que como fuente fosfatada puede utilizarse el superfosfato triple de calcio (0-46-0) o en su defecto, fosfato diamónico (18-46-0). El nitrógeno es aprovechado por las plantas de arveja en sus primeras instancias de desarrollo.

Las cantidades recomendadas varían según la disponibilidad de fósforo del suelo y la forma de aplicación. En el Cuadro 1 se presenta información sobre la fertilización fosforada.

La fertilización en el cultivo de arveja, en las situaciones preestablecidas, es una tecnología que contribuye al incremento del rendimiento, siempre y cuando se adopten otras que permitan a las plantas manifestar su real potencial productivo. De otra manera y bajo determinadas circunstancias, pueden no incrementar el rendimiento e incluso tener efectos depresivos. La aplicación de fósforo induce a un mayor crecimiento de las plantas, por ello debe disminuirse la densidad de siembra para evitar excesivo follaje que no contribuye al logro de mayores rendimientos y sí puede favorecer el desarrollo de enfermedades, al hacer un uso menos eficiente de la luz, agua y nutrientes del suelo, etc. Además, el excesivo follaje amplía la relación follaje/grano, dificulta las operaciones de cosecha, en particular cuando se trata de variedades de grano verde (Domínguez, 1989).

**Cuadro 1.** Fertilización Fosforada en arveja

	<b>Fertilización Fosforada – Forma de Aplicación (Kg./ha)</b>		<b>Fertilizante N – P – K</b>
	<b>Localizada</b>	<b>Voleo</b>	
Menos de 10 ppm P	70	100	0-46-0 o 18-46-0
Entre 10 y 15 ppm P	50	80	0-45-0 o 18-46-0

**Fuente:** Domínguez, 1989.

### **2.3. FACTORES QUE LIMITAN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS**

Según Ruiz (1996), los fertilizantes son uno de los factores mas importantes que puede contribuir al aumento de la productividad, Pero los fertilizantes solos no resuelven todos los problemas de la producción agrícola.

Hay otros factores prácticas que pueden limitar o afectar el rendimiento de los cultivos. Entre los más importantes que hay que considerar junto con los fertilizantes figuran los siguientes:

- 1.- Humedad suficiente.
- 2.- Adecuada preparación del suelo antes de la siembra.
- 3.- Variedad del cultivo.