

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

Unos de los mayores peligros en la agricultura es la utilización de semillas que no tienen capacidad para producir una abundante cosecha de una determinada producción.

Con el fin de minimizar este riesgo. Se han desarrollado técnicas de ensayos de semillas para valorar la calidad de estas, antes de proceder a la siembra. La calidad es un concepto basado en la valoración de las diferentes características. Todas ellas, son interesantes para los distintos sectores de la industria relacionada con este medio de producción: el productor, el almacenista, comerciante, agricultor, la autoridad encargada de certificación y el Gobierno u organismo responsable de su control. En cualquier caso, el objetivo final de la realización de ensayos de semilla es determinar el valor de estas para su utilización por el agricultor.

La semilla, como todo producto de naturaleza biológica es un ser vivo y, por consiguiente, al contrario de lo que ocurre, con la materia inerte o productos no biológicos, nada puede presidirse a cerca de su comportamiento. Los métodos que se utilizan para estudiar sus características deben basarse, por una parte, en el conocimiento científico de las semillas y, por otra parte, en la experiencia de los analistas: la precisión y la reproducibilidad exigidas dependen del objetivo del ensayo.

La importancia de las semillas en el complejo proceso productivo de la agricultura es indiscutida, reconociéndose su rol fundamental como elemento básico de la cadena del progreso agrícola-ganadero en el mundo. Durante los últimos años se ha dedicado mucho esfuerzo a la selección fotogénica de nuevos cultivares de un gran rendimiento, los cuales demostraron ser, muy dependientes de un gran paquete tecnológico altamente complejo y costoso (uso de fertilizantes, riego, control de malezas y de enfermedades), muchas veces han sido descuidadas o perdidas muchas

variedades naturales de menor rendimiento, pero de gran valor por ser material genético adaptado a los diferentes ambientes por selección natural y por tanto menos dependiente de tareas agrícolas complementarias, el desafío de los nuevos tiempos pasa necesariamente por rescatar y proteger las variedades naturales y nativas, como también para lograr variedades más productivas pero que requieren un menor apoyo de insumos, las que muchas veces afectan al medio ambiente.

Las semillas de calidad no aseguran resultados óptimos; su siembra dará los resultados esperados solo si está insertada en los sistemas de producción propios de la agricultura sostenible en lo que se persiguen un incremento de la productividad y al mismo tiempo la preservación del medio ambiente, siendo estos parámetros interdependientes, e inseparables del desarrollo.

La calidad de las semillas debe ser resguardada constantemente, en todas las tareas propias de su producción. El control de la calidad se inicia en el campo con la siembra adecuada de las semillas; luego prosigue con la adopción de medidas de lucha para combatir la contaminación de cultivo de malezas, o su infestación con plagas o infección con enfermedades, y la elección del momento oportuno de cosecha. Después de la cosecha, el control se logra extremando los recaudos para evitar daños mecánicos durante el procesamiento (secado, limpieza, transporte, envasado), y asegurando las condiciones óptimas para mantener la viabilidad durante el curado y el almacenamiento. Cabe recordar que las semillas son estructuras vivas, las cuales se hallan expuestas a las transformaciones fisiológicas propias de su naturaleza biológica, como el envejecimiento y la muerte. Ahora bien, ese deterioro natural puede ser acelerado o “frenado”, de alguna forma, por un tratamiento oportuno que respete ciertos atributos vitales. En consecuencia es necesario un manejo conveniente de las semillas a fin de preservar todas sus características, y mantener su máxima potencialidad de germinación. Es por eso que se debe conocer la “calidad post-cosecha” de las semillas, mediante ensayos de laboratorio, que otorgan datos exhaustivos sobre las características que determinan su valor cultural.

Los métodos empíricos con los cuales los agricultores han evaluado la calidad de la semilla a través de los tiempos han sido útiles en su momento, siendo una herramienta derivada de la experiencia de generaciones para intentar responder a las primeras interrogantes que plantea cada ciclo agrícola. Pero estos conocimientos ya no satisfacen las exigencias de la agricultura moderna. Está respaldada por el desarrollo de la ciencia y la tecnología, impone procesamientos rigurosos, objetivos sistemáticos en el análisis de semilla.

1.1. PRESENTACION Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO.-

El cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la zona andina de Bolivia, es uno de los más, importantes entre las leguminosas; esta consideración radica en diversos factores.

- Su rol en los sistemas agrícolas productivos (rotación, abono verde y fijador de nitrógeno).
- Suplemento alimenticio para los diferentes tipos de ganado.
- Fuente proteica en la alimentación de las familias del área rural.
- Fuente de ingresos por su comercialización en mercados de consumo interno (haba verde y seca) y externo (haba seca).

Por cuanto este cultivo es de interés para la economía de los productores, como así también se trata de un cultivo imprescindible para la seguridad alimentaria de los productores del área rural. **(JICA, 2006).**

Existe una diferenciación en la nominación de los ecotipos*, según la zona de cultivo; los ecotipos de granos grandes, se denominan “habillas”; estos corresponden a la variedad botánica *Vicia faba* var. Major y los ecotipos de grano mediano (cultivadas principalmente en los valles interandinos) pertenecen a la variedad botánica *Vicia.faba* var. Minor (equina). **(Crespo, et al 1996).**

El haba es muy fundamental para la alimentación en el campo y en las ciudades, por el alto contenido nutritivo, se consume en verde o en grano seco como tostado de haba, galletas, harina, alimento balanceado y otros.

Existen zonas muy importantes en la producción del cultivo de haba, en el Departamento de Potosí las zonas de Puna y la Provincia Chayanta, en el Departamento de Chuquisaca, las zonas de Culpina, Incahuasi, Villa Charcas y Potolo, en el Departamento de La Paz la zona de Copacabana, en Tarija, la zona de Iscayachi y toda la parte alta del Municipio de Yunchará (Muñayo, Pujzara, Copacabana, Huayllajara, Cienega Frontera.

La producción de haba en Chuquisaca, es un potencial explotado a medias, los esfuerzos valorables de instituciones que trabajan en el rubro, no es suficiente para que el cultivo obedezca a un plan regional soportado por asistencia técnica, financiera y comercial; la falta de riego, de otra infraestructura productiva hace que los productores deban hacer esfuerzos mayores y que la producción se limita por otros factores técnicos más, que necesitan de promoción.

La producción promedio de haba en Villa Charcas es del 15% debido a que los comunarios se dedican mayormente a la producción de papa con fines de comercialización.

En la actualidad existen variedades inscritas en el Registro Nacional de Variedades, sin embargo se cuenta con una gran cantidad de ecotipos adaptados a distintos climas, algunos de los ecotipos más promisorios son: Fincaesquina, Cinteá, Mochareña, Lampayeña y Criolla.

El presente trabajo dirigido lleva por título “EVALUACION DE LA CALIDAD DE SEMILLA DE CUATRO VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba* L.), DE LA COMUNIDAD DE VILLA CHARCAS NOR-CINTI CHUQUISACA”, es para conocer la calidad de la semillas de las diferentes variedades de haba: (Criolla, Pairumani, Fincaesquina y Turiza.) que se producen en la comunidad de Villa Charcas comercializados como semilla, puesto que una semilla de alta calidad es un factor determinante para asegurar el éxito del cultivo y su cosecha, de esta manera es que se justifica la actividad de realizar un seguimiento a este material biológico bajo las técnicas indicadas anteriormente, ya que también es de mucha importancia para el INIAF porque dicha institución puede ayudar a mejorar la producción mediante su intervención.

Dicho trabajo se realizó en el laboratorio de análisis de semillas del INIAF (instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal) en base al convenio suscrito entre la facultad de ciencias agrícolas y forestales y el instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal.

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de análisis de semillas, del INIAF; donde se ejecuto la evaluación de la calidad de semilla de haba de cuatro variedades. Los parámetros que fueron analizados para determinar la calidad son los siguientes:

- Determinación del contenido de humedad.
- Determinación de la pureza física
- Determinación del porcentaje de germinación en las cuatro variedades de haba.

Estos tres parámetros permiten de acuerdo a las normas de certificación de haba en actual vigencia en nuestro país determinar la calidad de semilla; como un complemento o adición a los parámetros anteriormente mencionados, también se realizaron los siguientes análisis: cálculo del peso de 1000 semillas, determinación del valor cultural y ensayo sanitario.

En el estudio de laboratorio se determino el verdadero valor cultural y la calidad del haba que los agricultores emplean como semilla, mejorar a la vez con los datos obtenidos por parte del INIAF, para así poder brindar un material de buena calidad para que sus cosechas tengan una mayor producción, y por lo tanto puedan alcanzar un mejor nivel de vida.

Como reconocemos una semilla de calidad (certificada):

- Es SANA (No tiene enfermedades)
- Es PUREZA FÍSICA (No tiene restos de cultivo, ni basuras)
- Tiene una BUENA GERMINACIÓN (de 100 semillas nacen por lo menos 80 plantas)

Los productores semilleritos deben invertir comprando semillas de categorías altas (Básica y Registrada) para multiplicar y producir semilla en sus campos.

Según las normas de certificación de semillas en Bolivia para el cultivo de haba se tienen las siguientes categorías y generaciones.

Cuando no se cuenta con disponibilidad de semillas de estas categorías y existe demanda, se declara en estado de emergencia por la Dirección Nacional de Semillas del INIAF el cual puede aprobar según la necesidad la producción de semilla de la categoría Certificada B; en ella igualmente se realiza el control de calidad respectivo, principalmente en laboratorio.

Para la producción de semilla de calidad, se debe cumplir con ciertas normas y reglamentos.

1.2. Características y objetivos de la institución donde se realizó el trabajo dirigido

1.2.1. Creación del INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal)

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) ha creado el instituto Nacional de Innovación forestal (básica, aplicada y adaptada), de sistemas técnica y extensión rural y de la promoción de semillas de calidad para los productores agropecuarios y forestales a nivel nacional, con énfasis en los pequeños y medianos productores para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria del Estado Plurinacional. Con el INIAF se busca recuperar el rol de estado en la generación de ciencia y tecnología para el sector agropecuario y forestal mediante el aprovechamiento y articulación de las capacidades institucionales públicas y privadas existentes en los ámbitos de la innovación agropecuaria y forestal.

En este contacto mediante el decreto supremo no 29611 de 25 de junio de 2008 se creó el instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal (INIAF), con el mandato de contribuir en la construcción de la sociedad para el “vivir bien”, con base innovación agropecuaria y forestal, en correspondencia armónica con la naturaleza y respetando las formas de organización de cada una de las culturas que compones el estado plurinacional.

El INIAF se constituye en un importante instrumento para la implementación de los programas y componentes de PDS, en el marco desarrollo de la investigación, generación y transferencia de tecnologías para el beneficio del conjunto de los actores rurales priorizando las necesidades de los sectores que históricamente no han tenido acceso a estos beneficios. En el marco de la plataforma de servicios para la revolución rural, el INIAF tiene la característica de una instancia programática operativa de carácter transversal a los programas de inversión como: EMPODERAR (PAR), CRIAR (PASA), RECREAR (EMAPA), SUSTENTAR (FORESTAL) y (SEMBRAR), cuya complementación y sinergia, permitirá promover y concretar el desarrollo agropecuario, y forestal y rural del país.

MINISTERIO DE DESARROLLO Y TIERRAS

En los últimos 50 años se han desarrollado experiencias de investigación y extensión agrícola, bajo el enfoque de la llamada revolución, cuya característica principal fue el incremento de la producción de alientos mediante paquetes tecnológicos destinados fundamentalmente a la producción agropecuaria orientadas al sector agroindustrial del país. Por otro lado, las organizaciones productivas indígena originario campesinas han desarrollado experiencias de producción, transformación e intercambio o comercialización creando bases organizativo-productivas que no fueron suficientemente valoradas por el estado y que ahora son referentes en la construcción de la nueva constitución de la matriz productiva del estado plurinacional.

Con el propósito de cumplir con el mandato otorgado por el estado, el instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal (INIAF), elaboro el presente plan estratégico institucional (PEI) 2009 – 2016; el cual contiene la misión, visión y objetivos; identifica líneas estratégicas, programas y proyectos; los cuales responden a la diversidad, variabilidad y especificidad que caracteriza el contexto geográfico, social, cultural, histórico ambiental y productivo del país en coherencia con el proceso de cambio.

1.2.2. Marco institucional

1.2.2.1 Marco legal

El decreto supremo No. 29611, es sustento legal de la creación del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF, como principal promotor de la innovación agropecuaria y forestal que permite contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria de la población del estado plurinacional.

1.2.2.2. Principios rectores

- El “Vivir Bien”, establece para la población boliviana el acceso y disfrute de los bienes materiales y de la realización efectiva, subjetiva, intestinal y espiritual, en armonía con la naturaleza y en comunidad con los seres humanos.
- Dialogo de saberes y respeto a las interculturales.
- Procesos participativos en el desarrollo de la investigación, extensión rural, conservación, manejo y uso de recursos naturales renovables.
- Convergencia y corresponsabilidad de los productores locales y las institucionales públicas y privadas.
- Complementariedad y sinergia en el marco de un trabajo coordinado y responsabilidad compartida para el uso óptimo de recursos.
- Respeto a los derechos intelectuales de carácter endivia y colectivo.

1.2.2.3. Misión

“El INIAF es la autoridad competente y rectora del SNIAF, que tienes el rol de generar tecnología, establecer lineamientos y gestionar las políticas públicas agropecuaria y forestal, con la finalidad de contribuir a la seguridad y soberanía, en

el marco del dialogo de saberes, la partición social, y la gestión de los recursos genéticos para la innovación agropecuaria y forestal como patrimonio del estado”.

1.2.2.4. Visión

“El instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal (INIAF), es referente nacional e internacional en innovación agropecuario y forestal, con un modelo de gestión fortalecido e institucionalizado, para la generación y desarrollo de innovación tecnología, gestión de políticas públicas y de saberes, la provisión de servicios accesibles y de calidad, para beneficio de productoras agrícolas, pecuarios y forestales y la sociedad boliviana en su conjunto”.

1.2.2.4.1. Objetivo General del INIAF

- Transferencia de tecnología agropecuario y forestal que permita lograr la soberanía y seguridad alimentaria del Estado plurinacional de Bolivia.
- El objetivo general del INIAF es gestionar, articular y fortalecer el SNIAF, que forma parte del sistema Boliviano de innovación (SBI) para la generación y difusión de tecnologías, incorporando la base genética animal y vegetal al patrimonio del estado.

1.2.2.4.2. Objetivo Especifico

- Incrementar y mejorar de forma integral y sustentable los factores y condiciones de producción, insumos, y procesos productivos.
- Mejorar la producción, productividad y calidad de productos agropecuarios y forestales, a través de actividades de investigación científica y participativa, innovación, asistencia técnica, generación y producción de semilla de calidad

y difusión de conocimientos, saberes y tecnología, priorizando la seguridad y soberanía alimentaria.

- Fortalecer y proyectar la producción nacional a través del mejoramiento, uso y manejo cualitativo y cuantitativo de recursos genéticos agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales.
- Fortalecer a los actores y sus relaciones en el marco del desarrollo rural agropecuario y forestal.

1.2.2.4.3. Funcionamiento de Sistema Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal

La dinámica del sistema nacional de innovación agropecuario y forestal (SNIAF) considera dos elementos fundamentales, los mismos posibilitan el encuentro de los aspectos técnicos relacionados con las políticas y el marco institucional del país, para actuar en el local con visión de país; estos elementos son: i) Procesos innovativo, que está vinculado a tecnologías, métodos y conocimientos que son desarrollados para satisfacer demandas y resolver problemas priorizados y emergentes, estas respuestas son el producto de la integración y gestión conjunta con todos los actores en el territorio; ii) Proceso político institucionales que consiste en la innovación agropecuario y forestal, dando énfasis a la partición y concentración respecto a prioridades y lineamientos para el desarrollo de territorio.

1.2.3. Instancias institucionales

1.2.3.1 Instancias Directiva

Representa la instancia resolutive y normativa, que garantiza la concordancia de las acciones del INIAF con respecto a las políticas de estado y planes de desarrollo; asimismo, define políticas para el cumplimiento de su plan estratégico. Está

conformada por el ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) (quien asume la presidencia). Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, un representante del ministro de desarrollo Productivo y Economía Plural, un Representante de Ministerio de Medio Ambiente y Aguas y un representante del ministerio de planificación del desarrollo.

1.2.3.2. Instancias ejecutivas

Está constituido por la Dirección General Ejecutiva, responsable del cumplimiento de las decisiones del Directorio, ejerce la representación legal e institucional del INIAF a nivel nacional e internacional; desarrolla y ejecuta planes, programas y proyectos vinculados a los objetivos institucionales; dirige, planifica, coordina, supervisa y evalúa las actividades: dirige el funcionamiento de sus centros de investigación, oficinas departamentales y regionales, en el marco de sus competencias. También es su función promover la funcionalidad del comité Consultivo Técnico Nacional

1.2.3.3 Instancia operativa

En el nivel Nacional está constituido por las Oficinas Departamentales, Oficinas Regionales, Centros de Investigación, cada una de ellas con competencias y atribuciones definidas. es la responsable de la ejecución de los proyectos. Asimismo, son los responsables de dinamizar los Consejos Departamentales de Innovación, así como el desarrollo y prospección de demandas mediante los comités de Gestión local.

El INIAF es el principal promotor de estos espacios, y se constituye en parte de su gestión operativa; en este sentido, es el encargado de dinamizar el trabajo de los CDI, cumpliendo, convocando y dando seguimiento a los acuerdos y compromisos.

1.2.4. Participación social

Es fundamental para el posicionamiento del INIAF, que la sociedad civil organizada participe en la gestión; fundamental en la búsqueda de la excelencia técnica de sus acciones, que sean pertinentes y estratégicas para el desarrollo del Estado Plurinacional. La Participación se promoverá en los espacios del diálogo y concertación establecidos para sus diferentes niveles de organización

1.2.5. Dialogo, concertación

Considerado que es función de INIAF articular y coordinar el trabajo con todos los actores sociales e institucionales del sector público y privado, a nivel nacional, departamental regional y local, se consolida espacios del diálogo y concertación, en cada uno de los niveles mencionados, cuyo funcionamiento es responsabilidad del INIAF.

1.2.5.1. Consejo consultivo Técnico Nacional

Está conformado por organizaciones sociales, económicas de representación Nacional y regional tales como la CSUTCB, CIDOB, BARTOLINAS, CONAMAQ, CONFEAGRO, CIOEC, entre otros; así mismo es parte de esta instancia la CEUB como representante máxima de las universidades estatales. Su función permite garantizar la pertinencia del accionar del INIAF, como articulador del SNIAF.

1.2.5.2. Consejos Departamentales de la Innovación

Los consejos departamentales de Innovación (CDI), son espacios de los actores vinculados con la innovación tecnológica agropecuaria y forestal a nivel departamental, establecido para propiciar el dialogo horizontal y concertación entre los actores que lo conforman, además la búsqueda de integración de personas,

institucionales, acciones, tiempo y recursos, dentro una misma visión estratégica para la innovación; evitando la duplicidad y dispersión de esfuerzos.

Mediante los CDI se logra: i) Analizar las demandas y potencialidades para el desarrollo del departamento y sus regiones; ii) Concertar las prioridades, iii) Proponer lineamientos, programas y proyectos; iv) Posibilitar la corresponsabilidad de los actores en los procesos de innovación; v) Delegar responsabilidad y compromisos; vi) Realizar el seguimiento a las actividades acordadas y el cumplimiento acordadas y el cumplimiento de compromisos.

No solo garantiza la legitimidad del INIAF, como promotor de la innovación, a través de la participación de representantes a nivel departamental, sino que sirve de nexo entre la dirección nacional y las instancias operativas (oficinas departamentales y regionales).

En el marco de los CDI, se conforman grupos de trabajo por áreas temáticas y mesas de trabajo y/o comisiones de acuerdo a los lineamientos estratégicos del INIAF y las oportunidades y prioridades de cada departamento o región.

1.2.5.3. Comités de gestión local

Es una instancia local (Municipios, OTB, comunidades). Que conforman organizaciones sociales y productivas. Se constituye en el mecanismo para la identificación y prospección de demandas y oportunidades, a partir de ello se generan propuestas para su planteamiento en los CDI.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar en el laboratorio, mediante las normas ISTA, la calidad de semilla de cuatro variedades de haba (Pairumani, Turiza, Criolla, Fincaesquina) procedentes de la comunidad de Villa Charcas comercializados como semilla, porque una semilla de alta calidad es un factor determinante para asegurar el éxito del cultivo.

1.3.2. Objetivo específico

- Determinar el contenido de humedad de las cuatro variedades de haba (Pairunani, Turiza, Criolla, Fincaesquina)
- Determinar la pureza física de las cuatro variedades
- Determinar el porcentaje de germinación de cada variedad.
- Determinar del peso de 1000 semillas de las variedades en estudio.
- Determinar el valor cultural de las semillas de haba, en todas sus variedades.
- Determinar el estado sanitario de las muestras en estudio.

CAPÍTULO II

II. Marco Teórico

2.1. Origen e historia del cultivo de haba

El haba *Vicia faba* L. es de origen asiático. Afganistán y Etiopía se consideran como los principales centros de origen, aunque algunos autores mencionan que posiblemente el haba es de origen africano, cultivándose desde hace unos cuatro mil años. El cultivo de haba fue introducido a América por los conquistadores españoles y se ha desarrollado únicamente en pocos países de América que poseen altiplano con zonas frías como México, República Dominicana, Brasil, Perú, Paraguay, Colombia, y Bolivia.

Esta leguminosa, es conocida desde tiempos antiquísimos, según se desprende de los hallazgos en palafitos del Neolítico (2300 años a.C.), y sirvió como alimento al hombre de esa época en la cuenca mediterránea. En países septentrionales fue utilizada más tarde, en las edades del bronce y del hierro.

Era conocida por los antiguos egipcios como una legumbre impura debido a la creencia de que escondía las almas de personas difuntas. Según la misma convicción, habría sido suficiente echar una ojeada a las habas, (cuya vista los sacerdotes no podían soportar), para originar una desgracia en el más allá.

Existen indicios de que su origen está en el continente africano pero algunas fuentes lo sitúan en Oriente Medio.

Actualmente es el plato nacional egipcio y su cultivo está muy extendido en todo el mundo, sobre todo en zonas frías, como en los Andes americanos.

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Vegetal
Phylum:	Telemophytae
División:	Tracheophytae
Sub. división:	Anthophytae
Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Dicotyledonae
Grado evolutivo:	Archichlamydeae
Grupo de órdenes:	Corolinos
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosae
Sub. familia:	Papilionoideae
Nombre científico:	Vicia faba L
Nombre común:	Haba

2.3. Botánica del cultivo del haba

2.3.1. Raíz

Horque (1900), dice que el sistema radical pivotante adquiere generalmente gran desarrollo, llegando a 30 cm de longitud. La raíz principal es vigorosa, profunda y se lignifica considerablemente, las raíces secundarias son menos desarrolladas y por característica general en esta se forma los nódulos radicales, donde se alojan las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico.

2.3.2. Tallo

El desarrollo del tallo varía de color verde a verde rojizo. Es de forma cuadrangular, hueca sin vellosidad más o menos erguido con una altura variable, pudiendo alcanzar de 0.50 a 1.80 m

Se ramifica en el cuello o en la base, dependiendo de la variedad (posee de 4-8 tallos), y de densidad de siembra de la fertilidad del suelo y de las condiciones ecológicas.

2.3.3. Ramas y complejos axilares

Las ramas del haba crecen a partir de los complejos axilares, que se encuentran en el tallo de la planta y están formados por tres yemas, visibles desde el principio de su desarrollo.

2.3.4. Tipos de yema

Las yemas pueden tener un crecimiento de tres tipos: Completamente vegetativo, de la que solo saldrían ramas, floral y vegetativo, que solo saldrían flores y ramas o completamente floral, de la que únicamente crecerán flores.

2.3.5. Hojas

Horqqe (1990), las hojas son compuestas pinnadas con 4 a 7 foliolos de borde entero casi son siempre anchos. La cara superior o haz suele ser de color verde más intenso, menos nervoso que la cara inferior o envés, el cáliz es bien desarrollado y se le considera como el eje mediano de la hoja, los foliolos se insertan casi directamente por la falta de peciolo. La hoja se une al tallo por intermedio del peciolo en el nudo del tallo.

2.3.6. Flor

El haba presente la típica flor papilionácea, llamada así por recordar la forma de una mariposa. En su proceso de desarrollo se presenta inicialmente como un botón floral, que dará lugar a una flor completamente abierta.

2.3.7. Partes de la flor

Las flores del haba son simétricas simetría bilateral y están formadas por el pedicelo, el cáliz y la corola.

Pedicelo: Nexo de unión al tallo de la planta.

Cáliz: Conjunto de hojas verdosas que rodean la corola.

Corola: Conjunto de pétalos de la flor.

2.3.8. Fruto

El fruto del haba, proveniente de un ovario comprimido, es la vaina o legumbre, que consta de dos valvas por este motivo esta especie entra dentro de la clasificación de las leguminosas.

Los óvulos, que se convertirán en semillas, alternan de una de las uniones de las dos valvas, a la que se le llama sutura placentar.

2.4. PRODUCCIÓN DEL HABA

2.4.1. PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL HABA

El haba (*Vicia faba* L.) es la séptima legumbre de grano en importancia en el mundo y la típica leguminosa de doble utilización (tanto para alimentación humana como animal), constituyendo en muchos países la mayor fuente de proteína en alimentación

humana. En Europa, con el 17% de la producción mundial (FAO, 2006), su principal utilización es en alimentación animal (Reeset al., 2000).

Se la suministra en forma de pienso al ganado, tanto vacuno, como caballar y porcino. Además, su empleo en rotaciones, constante desde la agricultura romana, se debe tanto a su excelente papel en la fijación de nitrógeno atmosférico, estimado en 100 - 120 Kg N ha⁻¹ (cantidad que por supuesto puede variar enormemente, de acuerdo con las condiciones de cultivo) como a la buena estructura física que deja en el suelo.

Ambas cualidades explican el papel que siempre jugó en la agricultura para “convertir” en agrícola un terreno recién roturado. (Cubero, 1992).

Durante los últimos 10000 años, el hombre ha escogido y domesticado un pequeño número de plantas y animales. Se observa a lo largo de la historia de la humanidad una tendencia a que un número creciente de seres humanos dependa de un número decreciente de especies animales y vegetales. Todas las culturas agrícolas se han basado en una asociación cereal-leguminosa.

Estas asociaciones, no sólo son beneficiosas para el equilibrio dietético de la alimentación de los animales, sino también por el efecto positivo de las rotaciones de cultivos.

Sin embargo, después de la segunda guerra mundial, los mayores incrementos en la producción agrícola se consiguieron mediante el aumento de las dosis de abonado nitrogenado. La síntesis de Haber-Bosch y el bajo precio de los hidrocarburos abrieron paso a la revolución verde y a un consumo creciente de abonos nitrogenados.

Ante estas circunstancias el importante papel que juegan las leguminosas en la conservación de la fertilidad del suelo y en el incremento en su contenido de nitrógeno perdió importancia relativa y así, a medida que los insumos del sector agrícola empiezan a depender cada vez más de la producción de los crudos, la proporción de la Superficie Agraria Útil cultivada con leguminosas entre ellas las habas disminuye.

Actualmente, las tendencias en la política agraria de la Unión Europea van encaminadas hacia una producción sostenible y más respetuosa con el medio ambiente, así como a conseguir una producción agrícola más competitiva en el mercado mundial. El manejo de los cultivos desde un punto de vista racional, implica el empleo de todas aquellas estrategias que permitan sacar el máximo partido de los cultivos sin comprometer el futuro de los sistemas agrícolas.

En este contexto, y en el de un precio de la energía ascendente, el papel de las leguminosas en su conjunto está siendo reivindicado y comienza a tener cierta importancia en sistemas de agricultura sostenible ya que constituyen la familia botánica que ha mantenido la producción y la fertilidad de los sistemas agrarios mediterráneos desde la antigüedad, produciendo nitrógeno fijado de forma biológica, y ayudando a combatir enfermedades, plagas y malas hierbas, al romper la continuidad de los cultivos cerealísticos. En la actual agricultura comunitaria, los aportes de nitrógeno a través de la fijación en los nódulos de las leguminosas, se consideran fundamentales para una producción sostenible, tanto económica como ambientalmente. Además, se considera que la “Agricultura Ecológica” puede contribuir a paliar la crisis de pérdida de renta por la actividad agrícola y ganadera industrial, con el consiguiente abandono progresivo del campo, siendo así una oportunidad para recuperar una parte importante del sector, como ha sido reconocido por la UE tras la declaración de Copenhague (Conferencia Europea “Agricultura y alimentación ecológicas”).

En general y a priori, se puede considerar que el haba es un cultivo de estación fría que puede ser atractivo para los agricultores ya que puede alcanzar altos rendimientos en condiciones de secano, siendo una especie muy plástica y adaptable a diferentes fechas de siembra (Loss y Siddique, 1997).

Tiene una temperatura base cercana a cero que le permite crecer en periodos donde el déficit de presión de vapor es bajo, lo cual le confiere durante estos periodos una elevada eficiencia en el uso del agua.

2.4.2. PRODUCCIÓN EN BOLIVIA

El cultivo del haba (*Vicia faba* L.) se constituye en uno de los más importantes económicamente, para Bolivia y una de las fuentes principales tanto de alimentación como de comercio, de la población andina rural. La superficie cultivada a nivel nacional está cerca de 31000 Ha (anual), dedicándose a este cultivo unas 200.000 familias, según el Instituto Nacional de Estadística (INE). Aunque el consumo en la región altiplánica, anualmente supera las 35.000 TM, su exportación en la gestión 2006 originó un ingreso 848.268 dólares, teniendo como destinos principales: Italia, Estados Unidos, Japón, Portugal y Francia según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), por lo que se abren nuevas expectativas para incrementar la producción de esta oleaginosa. Por lo citado, se observa a la producción de haba como un negocio bastante rentable, y en cierta medida lo es, pero, existen limitantes en su cultivo, tal es el caso de las enfermedades fitopatógenas, que limitan su producción. (CRESPO, M. 1996).

2.5. Requerimientos climáticos del cultivo de haba

El cultivo del haba soporta cambios bruscos de temperatura, es poco sensible a las heladas, salvo el caso en la época de la floración donde se caen las flores, por efecto de las bajas temperaturas.

Aunque no es de las más exigentes prefiere temperaturas uniformes templado -cálidas y los climas marítimos mejor que los continentales. En climas fríos su siembra se realiza en primavera. Sus semillas no germinan por encima de 20 °C. Temperaturas superiores a los 30°C durante el periodo comprendido entre la floración y el cuajado de las vainas, puede provocar abortos tanto de flores como de vainas inmaduras, aumentado la fibrosidad de las mismas. Son muy sensibles a la falta de agua, especialmente desde la floración hasta el llenado de las vainas. (FAO, 2005).

2.6. Requerimientos hídricos del cultivo de haba

Es una especie resistente a la sequía porque sus raíces cuando están sanas alcanzan un desarrollo profundo. En el proceso de la floración y llenado de la vaina es exigente en agua.

Se requiere de una provisión adecuada de agua, la deficiencia de éste puede disminuir los rendimientos, razón por la cual, su cultivo está restringido particularmente a zonas húmedas cuya precipitación promedio departamental es de 300 – 600 mm/año. En cuanto a las frecuencias de riego, éstas afectan significativamente, retrasos de 4 días en la frecuencia de riego reducen el rendimiento de vaina en un promedio del 21 por ciento. (**Churín 2005**)

2.7. Requerimientos edáficos del cultivo de haba

Este cultivo puede instalarse en diferentes tipos de suelo, con buen porcentaje de materia orgánica, de textura media, ricos en calcio y alto contenido de fósforo, prospera en suelos con un pH de 5.5 a 7.5 además en suelos alcalinos hasta un rango de 8.5 de pH.

Se recomiendan texturas francas aligeras, suelos fértiles, profundos y nivelados a fin de evitar encharcamientos.

Pero es recomendable sembrar en suelos sueltos y ricos en materia orgánica. (**Churín 2005**).

2.8. Plagas y enfermedades del haba

2.8.1. Plagas más importantes en el cultivo del haba

Se llama plaga a cualquier organismo vivo que por su presencia y cantidad constituye un grave riesgo para el estado sanitario de los cultivos y productos en almacén. En el ámbito ya señalado se tiene las siguientes plagas potenciales. **(Peru, 2011)**.

- Afidos o pulgones
- Gusanos de tierra y defoliadores

2.8.1.1. Pulgones: Negro y Verde

La principal plaga del haba en Guatemala son los pulgones negros o *Aphis favae*.

Estos insectos polípagos atacan gran variedad de plantas, siendo uno de los cultivos más afectados, el haba. Existen diferentes tipos de pulgones, pero los más comunes son el pulgón negro y el pulgón verde. Los insectos miden de 0.5 a 6 mm. Sus patas son largas y finas. Tiene dos antenas y su cuerpo tiene forma de pera, son de color ocre amarillento, o negro. Algunos de ellos poseen alas.

Los pulgones se agrupan en las hojas, flores y los brotes tiernos. Se alimentan succionando la savia de las hojas tiernas. El pulgón causa dos tipo de daño en las habas:

1. Daño Directo

El daño directo causado por el pulgón en haba es a través de succionar la savia, debilitando las hojas y produciendo plantas débiles. Los pulgones segregan una sustancia melosa que está asociado a un hongo negro, llamado “Fumagina”.

Este hongo forma una capa oscura en las hojas, dificultando principalmente la fotosíntesis.

2. Daño Indirecto.

El daño indirecto causado por el pulgón en haba es a través de la transmisión de virus.

La reproducción del pulgón es masiva por dos vías: a) Sexual, que comprende el estado de huevo-adulto. De esta generación, las hembras llegan a tener alas para trasladarse de una planta a otra;

b) Asexualmente (partenogénesis). Esta comprende adulto – ninfa, donde las hembras paren pequeños pulgones llamados ninfas y no pueden tener alas. Esta forma de reproducción del pulgón negro, permite mantener fluctuaciones de población altas.

Las hembras ponen entre 2 a 15 huevos diariamente, usualmente en el envés de las hojas de haba. Durante el año pueden alcanzar de 24 a 28 generaciones, puesto que durante la época seca (noviembre-abril) cuando no hay haba en el campo, y estos insectos permanecen en estado de huevo. Este estado de huevo es la manera de sobrevivir durante el ciclo de verano o viviendo en hospederos alternos. La mejor manera de combatir el Pulgón Negro, *Aphis fabae*, es aplicando la estrategia de un control integrado, que consiste en aplicar y alternar variadas formas de control natural, orgánico y químico. (ICTA, 2010).

2.8.1.2. Gusanos cortadores de tallos

Son insectos plagas en estadio larval cortan el cuello de las plantas tiernas en momento de emergencia y establecimiento de las plantas de haba. Muchas veces de día se oculta debajo de los terrones. Esta plaga es favorecida por la presencia de veranillos. (M. Sc. Manuel Jesús Quispe Chambilla, Peru, 2011).

2.8.1.3. Gusano defoliador

Son insectos que en estadio larval comen las hojas de haba, reduciendo el área foliar, afectando al crecimiento y desarrollo de la planta. El gusano generalmente se ubica en las yemas apicales. (Perú, 2011).

2.8.2. Enfermedades más importantes en el cultivo de haba

Las enfermedades son provocadas por microorganismos tales como hongos, bacterias y virus; muchas veces ocasionan la muerte de las plantas. Como en los seres humanos, las enfermedades que padecen las plantas son desórdenes fisiológicos causados por la presencia de algún microorganismo ya señalado. Es todo cambio interno y externo en la planta que afecta su correcto funcionamiento durante el crecimiento y desarrollo.

Su capacidad de daño es mayor porque a diferencia de los insectos, son invisibles al ojo humano y son identificados sólo cuando presentan síntomas en la planta.

Los Hongos son causantes de la mayoría de las enfermedades en las plantas, pues existe una gran diversidad de especies. Debe resaltarse que tienen una gran capacidad para resistir en el tiempo. Algunos de ellos se protegen formando cápsulas que les permiten sobrevivir en condiciones adversas, esperando condiciones más favorables para su propagación. **(ICTA, 2010).**

2.8.2.1. La mancha chocolate

Esta enfermedad es originada por el hongo *Botrytis fabae* Sard. Es la principal enfermedad que afecta al cultivo de haba en las hojas, tallos, flores, vainas y granos.

Esta enfermedad está asociada a condiciones y épocas de alta precipitación. Puede afectar toda la parcela en cualquier estado de desarrollo del haba (desde emergencia hasta maduración). **(BIOFARBO, 2010).**

El exceso de población de plantas, poco distanciado entre ellas, lluvias abundantes y suelos arcillosos con anegamiento, favorece la aparición de esta enfermedad.

Las características de esta enfermedad es que se observa manchas de color chocolate sobre las hojas y posteriormente se van necrosando (secando), luego las flores y las hojas se caen, las vainas se pudren y los granos secos presentan manchas en la cáscara.

Cuando la planta está infectada aparecen puntos marrones en las hojas, los tallos las vainas y las flores del haba. Los puntos aumentan y se unen transformándose en lesiones necróticas. Ninguna parte de la planta escapa a la enfermedad. Esta enfermedad causa una reducción en el vigor de la planta y disminuye la producción de la cosecha. En casos extremos la planta puede morir. (ICTA, 2010).

2.8.2.2. Mancha Concéntrica (Mancha negra en halos circulares alternos)

Esta enfermedad es causada por el hongo *Alternaria alternata*. Es considerada como otra de las principales enfermedades del cultivo de haba. Esta enfermedad produce manchas negras circulares en alternos que se extienden hasta los bordes de la hoja.

Esta enfermedad provoca la muerte descendente por la caída de hojas y la defoliación. Esta mancha aparece cuando hay mucha humedad en el suelo. Cuando las condiciones son adecuadas con mucha precipitación y sin periodos secos, y sin el uso de una variedad tolerante, la enfermedad avanza quemando todas las plantas en la parcela. (ICTA, 2010).

2.8.2.3. Pudrición Radicular

Son un conjunto de pudriciones que se presentan debido a la incidencia de varios hongos dañinos que se encuentran en el suelo, generalmente en terrenos pesados y con mal drenaje y excesiva humedad.

Las características de esta enfermedad es que se desarrolla cuando las plantas aún son pequeñas, provocando la pudrición de la raíz, afectando el desarrollo de la planta en forma de marchitamiento, enanismo, necrosamiento de tallos y hojas, a menudo logra destruir parcelas enteras. La enfermedad puede ser propagada por la semilla sin desinfectado. (Perú, 2011)

2.8.2.4. Roya

Esta enfermedad es causada por el hongo *Puccinia* spp *Uromyces* spp. Es considerada como una de las tres principales enfermedades del cultivo de haba. Esta enfermedad está asociada a condiciones y épocas de poca o ninguna precipitación o largos periodos de canícula.

Es una enfermedad que ataca las hojas y tallos, y las pústulas aparecen como pequeños bultos, semejantes a cráteres de volcán de color rojo, castaño, naranja o amarillento. El daño que causa principalmente es una decoloración de color amarillento en la parte superior de la hoja.

En ataques muy severos las hojas muy afectadas se secan y caen. Las partes infectadas no se curan, pero con los tratamientos se protegen los nuevos brotes de hojas, flores y frutos. El mejor método de control de la roya es el genético con variedades tolerantes o resistentes. **(ICTA, 2010).**

2.8.2.5. LOS VIRUS EN LAS PLANTAS DE HABA

Las plantas de haba son afectadas por distintos tipos de virus. Estos se transmiten a través de la semilla de baja calidad, uso de herramientas infectadas y sobre todo por insectos chupadores como los pulgones negros y verdes, principalmente.

Los virus en haba son los principales responsables de la degeneración de las plantas de haba. Las plantas de haba, una vez que presentan síntomas de virus, por lo general ya no llegan a formar vainas y granos.

Los virus son patógenos que no se pueden controlar con productos químicos. Los síntomas que producen en las hojas son variables y muchas veces dependen de las condiciones ambientales. Cuando la planta presenta síntomas de virus es necesario eliminarla para que no se convierta en un foco de infección para otras plantas sanas. Estos virus son transmitidos normalmente en haba por áfidos. **(ICTA, 2010).**

2.8.2.6. Síntomas de clorosis

Las características de esta enfermedad es que afecta durante el ciclo vegetativo, manifestándose como enanismo en las plantas, necrosis, amarillamiento de las hojas en forma de mosaicos y arrugamientos, asimismo ocasionan vainas y granos deformados. No existe un control directo para los virus, pero si se puede prevenir mediante el uso de semilla de calidad. **(Perú, 2011)**

2.9. Definiciones de semilla

Se puede definir a la semilla desde dos puntos de vista desde el botánico y el de la legislación de semillas.

- I. Desde el punto de vista botánico: La semilla es un ovulo fecundado y maduro constituido básicamente de tres partes, embrión, endospermo (tejido de reserva) y testa o cubierta seminal.
- II. Desde el punto de vista de la legislación: La semilla es toda estructura botánica de origen sexual o asexual destinada a la propagación de la especie. **(Semillas, 2007).**

Otra definición es la siguiente: Semilla es toda estructura botánica de origen sexual o asexual destinada a la siembra, plantación o propagación de una especie o variedad. **(Hiza, 2011).**

2.10. Elementos estructurales de la semilla

La semilla, por definición botánica es el resultado de la fertilización y maduración del ovulo.

Los elementos básicos de la estructura de una semilla son: Tegumento, embrión y tejido de reserva.

Del punto de vista funcional, la semilla está compuesta por una cobertura protectora, un eje embrionario y un tejido de reserva predominante. La cobertura protectora es formada a partir de uno o de ambos integumentos que circundan el ovulo. El embrión es el resultado del desarrollo del cigoto, el endospermo de la fusión de los núcleos polares con el núcleo espermático. A seguir veremos más detalladamente cada una de estas estructuras:

I. Cobertura protectora.

Es la estructura externa que delimita la semilla. El embrión y los tejidos de reserva están cubiertos por esta estructura, que los protege contra daños y evita lixiaciones. Puede ser constituida solamente del tegumento y en algunos casos del pericarpio y tiene origen de los integumentos ovulares. En general está formada por dos capas, una externa, la testa o cascara y la otra interna, el tegmen, que son originadas a partir de la planta madre, de los integumentos ovulares. Es constituido de seis o siete capas de células de textura esponjosa, que tienen su origen en las células parenquimatosas parcialmente destruidas de la pared del ovario.

Las células de la capa más próxima al tegumento tienen los formatos de cruz y de tubos y son perpendiculares unas a las otras, en función de eso, tienen importancia en la constitución del tejido fibroso del pericarpio esta tan fuertemente adherido al tegumento que forma una estructura denominada **cariópside**, común en varias gramíneas; en otras no está adherido al tegumento y forma otra estructura, denominada **aquenio**, como en las semillas de girasol y zanahoria. Tanto la cariópside como el aquenio son en realidad frutos-semilla.

Las funciones de la cobertura protectora son:

- Mantener unidas las partes internas de la semilla.
- Proteger contra choques y abrasiones.
- Servir como barrera a la entrada de microorganismos.

- Regular la velocidad de rehidratación, de intercambio gaseoso de la semilla y la germinación, causando inclusive la dormancia algunas especies.

En resumen la cobertura tiene las funciones **protectoras, reguladoras y delimitantes**.

II. Eje embrionario

El eje embrionario tiene función reproductiva, capaz de iniciar divisiones celulares y crecer. Es un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones; raíces y parte aérea. El eje en general es pequeño con relación al tamaño de la semilla. Un embrión bien formado generalmente consiste en un eje que en su extremo superior tiene un (monocotiledóneas), dos (dicotiledóneas), o más (la mayoría de las coníferas) cotiledones, terminan en una plúmula, yema apical que puede estar envuelta por las primeras hojas en aquellos embriones altamente diferenciados como frijol y en extremo inferior del eje esta la retícula, raíz embrionaria con su extremo recubierto por una capa de células protectoras la coleorriza.

El embrión de las monocotiledóneas está localizado en la parte ventral de la cariósida. Antes de germinar, el embrión contiene el primordio de una raíz seminal, los primordios de tres hojas, dos nudos (el cotiledonar y el escutelar), el escutelo y el mesocotilo (situado entre el nudo cotiledonar y el escutelo).

III. Tejido de reserva

El embrión de la semilla madura esta frecuentemente recubierto por un tejido especial de almacenamiento. Según la especie, las reservas de la semilla pueden localizarse en los cotiledones, en el endospermo, en el perispermo o tejido gametofítico.

El tejido de reservas es la fuente de energía y de sustancias orgánicas para la elaboración de nuevas paredes celulares, citoplasma y núcleos, desde el inicio

de la germinación hasta que la planta se vuelva autotrófica. El desarrollo del eje embrionario de la energía y sustancias almacenadas en estos tejidos.

El tejido de reserva actúa como reservorio y como proveedor de compuestos orgánicos en formas simples que pueden ser usados por el eje embrionario. En el momento en que el embrión está completamente desarrollado en la semilla, el endospermo bien ha desaparecido o se ha transformado en un tejido de almacenamiento para las reservas de alimento de la semilla.

Semillas que no poseen endospermo en la madurez son llamadas de exalbuminosas común en las dicotiledóneas y especialmente en las leguminosas como soya, maní, arveja, etc.). Semillas con endospermo cuando maduran son llamadas de albuminosas (común en las monocotiledóneas, arroz, trigo maíz, etc.). En la mayoría de las semillas albuminosas el embrión es pequeño con relación al endospermo, como en la mayoría de los cereales.

Puede ocurrir también, en una misma semilla, almacenamiento de reservas combinado o mixto en tejidos diferentes como en cotiledones y endospermo (*Ricinus sp*) o en endospermo y perispermo (café).

En muchas especies de semillas entretanto las reservas se almacenan en los cotiledones. Los cotiledones se originan del propio cigoto y hacen parte del embrión. El embrión se desarrolla bastante, absorbiendo todo el endospermo y acumulando sustancias de reserva en los cotiledones, que se presentan voluminosos como el maní y el **haba**.

El endospermo puede estar constituido de un tejido sin sustancias de reserva de reserva, cuando es utilizado total o parcialmente para el desarrollo del embrión, cuando se diferenciar como el principal tejido de reserva, como ocurre en las gramíneas.

Durante el desarrollo del endospermo algunos nutrientes son retirados de los tejidos cercanos, otros son sintetizados in situ, a partir de materiales

transportados hasta allí. Después de la maduración de la cariósida, las células parenquimatosas del endospermo ricas en almidón, son células muertas.

Externamente, esta es circundado por la capa de aleurona, que es compuesta de una o dos células en las regiones ventral y lateral de la cariósida y de cuatro a seis, en la dorsal (opuesta al embrión). Estas células son pequeñas, cúbicas, con pared celular relativamente gruesa y por ocasión de la maduración, contiene altos niveles de proteínas y ningún almidón. En la porción conectada al embrión no ocurren células de aleurona. Internamente, el endospermo, en la región del embrión, está conectada a este a través de un tejido epitelial localizado entre el escutelo y el endospermo. Las células del endospermo son proporcionalmente mayores que las de la capa de aleurona y presentan una pared celular más delgada. Entre los granos de almidón de las células en el endospermo se encuentran pequeñas cantidades de proteínas (corpúsculos proteicos). La capa de células más externa del endospermo, o sea aquellas en contacto con las células de aleurona, presenta una cantidad menor de almidón y mayor de proteína. Las sustancias almacenadas en el endospermo son variables, siendo que las principales son carbohidratos, proteínas y lípidos. (Otero y Pesque, 2007).

2.11. Importancia de la semilla

- a. Como mecanismo de perpetuación de la especie.** El gran suceso de la semilla como órgano de perpetuación y de diseminación de las especies vegetales es debido, probablemente, a dos características que juntas la tornan un órgano vegetal sin igual en el reino vegetal. Ellas son la capacidad de repetir la germinación en el tiempo (a través de los mecanismos de la dormición) y en el espacio (a través de los mecanismos de dispersión tales como espinos, pelos, alas, etc.). el mecanismo de dormición impide que las semillas germinen todas al mismo tiempo después de la maduración, lo que evita la posible destrucción de las especies en el caso que sobrevengan

condiciones climáticas desfavorables después de la germinación. Es, por lo tanto, un mecanismo por el cual la semilla busca germinar solo cuando “sabe” que las condiciones climáticas van a ser propicias, no solo para la germinación, sino también para las fases subsecuentes de crecimiento de la plántula/planta.

Los mecanismos de dispersión de las semillas podrían ser encaradas como los medios por los cuales la especie vegetal intenta conquistar nuevas áreas.

Mediante esos recursos, las especies vegetales intentan alejarse del lugar donde se formó y arriesgar vida en otras regiones. Esa capacidad de distribución aleatoria de la germinación en el espacio, dada por los mecanismos de dispersión, sería el factor fundamental de la heterogeneidad de las poblaciones vegetales. Esta heterogeneidad a su vez, habría sido el factor más importante para el mantenimiento y expansión de los vegetales sobre la tierra, principalmente en las regiones de clima tropical.

- b. Como elemento modificador de la historia del hombre.** El hombre, probablemente, siempre se alimentó de granos junto con los alimentos de origen animal. Pero, durante miles de años de su existencia, él no percibió la relación existente entre una semilla y la planta respectiva, de tal forma que su principal fuente de alimentos era la caza que conseguía atrapar. Y, con los animales se mueven constantemente impulsados por variaciones estacionales, el hombre llevaba una vida totalmente nómada, trasladándose siempre de la caza.

En determinada época que se supone debe haber ocurrido unos 10000 años atrás más o menos, la relación semilla-planta-semilla fue comprendida por el hombre, y esto provocó modificaciones profundas en la vida humana, una semilla puesta en el suelo daba origen a una planta que la multiplicaba enormemente. Como las plantas no se desplazaban, y, como hay necesidad de permanecer cerca de ellas a fin de protegerlas contra enemigos naturales

(animales, hierbas dañinas, etc.) el hombre fue forzado a modificar profundamente sus hábitos y paso de la vida nómada a sedentaria.

Como fuente de alimento más segura, más a mano y más fácil, los hombres comenzaron agruparse en comunidades que crecían rápidamente. La vida en comunidad exige, sin embargo, una organización social, económica y política. Fue lo que ocurrió y se originaron todas las diferentes civilizaciones que se han conocido.

- c. **Como alimento.** Una semilla cualquiera posee tres tipos básicos de tejidos: Un meristematico que en la tecnología de la semilla se llama convencionalmente “eje embrionario”, o sea aquel que bajo condiciones propicias para la germinación va a crecer y dar origen a una planta; un tejido de reserva que puede ser cotiledonario, endospermatico o perispermatico; o aun resultante de la asociación de dos de ellos o de tres; y finalmente un tejido de protección mecánica que constituye el envoltorio de la semilla, vulgarmente conocido como cascara.

El tejido de reserva se caracteriza por ser rico especialmente en tres sustancias: Carbohidratos, lípidos y proteínas. La cantidad en que cada una de esas sustancias interviene en la composición química de la semilla es variable y depende principalmente de la especie. Normalmente una de esas tres sustancias predomina ampliamente sobre las otras dos, de tal forma que existen semillas amiláceas, oleaginosas o proteicas. En el reino vegetal predominan ampliamente las amiláceas y oleaginosas; es rara la existencia de aquellas predominantemente proteicas.

De las tres sustancias mencionadas, el almidón es la de más fácil obtención para la realización de diversos tipos de alimentos. Tan cierto es esto que las gramíneas normalmente ricas en carbohidratos, se constituyen en la base de todas las civilizaciones del mundo. El trigo, probablemente la más antigua cultivada por la humanidad, sirvió de sustento las civilizaciones de la Mesopotamia y el Nilo y también aquellas que se desarrollaron

posteriormente en Europa; el arroz fue y es la base de las civilizaciones asiáticas; el sorgo en África y el maíz en América.

Al lado de estas gramíneas, otras especies sirvieron, como sirven hasta hoy, para promover los complementos en proteicos y lípidos; entre ellas se destacan las leguminosas.

Las semillas fueron y todavía lo son actualmente, la manera más fácil y barata de alimentación de un pueblo. Además de su valor como aliento, sea directa o indirectamente por la industrialización, la semilla es también la fuente de otros innumerables productos que sirven al hombre, de las formas más diversas, donde se destacan el vestido y los productos medicinales.

- d. Como material de investigación.** Como material de investigación, la semilla presenta algunas características que la tornan de un valor incomparable.

En primer lugar esta su tamaño y forma. Normalmente la semilla es pequeña, lo que posibilita guardar en un recipiente relativamente pequeño un gran número de ellas, esto permite repetir un sin número de veces determinada observación. Su forma, que de manera general tiende a ser redondeada, facilita mucho su manipulación directamente con las manos o con pinzas.

La semilla es un órgano que generalmente se beneficia de la deshidratación y lo que permite conservarla en bien estado durante mucho tiempo. Los investigadores saben la comodidad que esto acarrea, ya que es frecuente no poder realizar un estudio en el momento programado y la semilla bien conservada permite que el trabajo sea realizado en el momento más adecuado. Como si no bastaran tales características, la semilla es un órgano que no obstante tiene una organización morfológica muy simple, presenta una organización fisiológica y bioquímica altamente compleja, permitiendo prácticamente cualquier tipo de estudio en el área de la biología vegetal.

- e. Como enemigo del hombre.** Los mecanismos de dispersión y dormición que hacen posible a las especies productoras de semillas la conquista de la tierra,

son los mismos que vuelven al hombre tan difícil y costoso el control de malezas. En ese aspecto, las semillas también son de gran importancia aunque negativa, ya que se estima que alrededor del 5% al 10% de la producción de granos del mundo se pierden debido a la competencia de las malezas.

Otro aspecto a ser considerado es que las semillas son vehículos muy eficientes en la diseminación de plagas y malezas de una región para otra, lo que exige mucha atención y cuidados por parte del productor para evitar que eso ocurra. (Moreira de Carvalho y Nakagawa, 1988).

2.12. Fisiología de la semilla

De la germinación que es, en esencia, la continuación del crecimiento del embrión después de que la semilla embebe agua. Embriogenia y germinación son, entonces, etapas sucesivas en el desarrollo del nuevo esporofito, separadas por un periodo de relativa inactividad metabólica denominado letargo. (Flores, 1994).

- a. **Letargo.** Es el proceso mecánico fisiológico que impide crecimiento del embrión en condiciones apropiadas, es diferente al proceso de **quiescencia**, en la cual la semilla no germina porque las condiciones del medio les son adversas y parece estar gobernado por la naturaleza de una serie de cambios pre y post cosecha.

El letargo puede ser primario (**innato o interno**) si se originan durante la maduración de la semilla y secundario si es inducido después de la cosecha en forma natural o artificial (**letargo adquirido**).

Hay varias causas que determinan letargo: La presencia de embriones rudimentarios o fisiológicamente inmaduros, la resistencia mecánica o cubiertas seminales impermeables, los inhibidores de la germinación; y el almacenaje insuficiente; no obstante, algunos tipos de letargo son el resultado de interacciones multifactoriales.

Un sistema promotor-inhibidor, donde el principal promotor es el ácido giberelico (GA3) y el mayor inhibidor es el ácido abscisico (ABA), parece regular el proceso letargo-germinación. Niveles bajos de inhibidor y altos de promotor inducen la germinación.

De acuerdo con algunos estudios, no es posible concluir aun si el ABA juega un papel en la inducción del letargo. Es claro que la disminución de niveles de ABA no es suficiente para terminar con el letargo, pero en realidad no se sabe siquiera si esa reducción es necesaria, aunque existe una considerable evidencia de que el ABA exógeno inhibe la germinación de las semillas no latentes y, ejerce una acción inhibitoria sobre el desarrollo de algunas actividades enzimáticas específicas. Se sugiere en forma alternativa que el ABA previene la germinación precoz durante la maduración de la semilla.

b. Germinación. La germinación involucra la continuación del crecimiento del embrión y la transición de las células de un estado de deshidratación y baja actividad metabólica a otra hidratada y metabólicamente activo. El agua es absorbida por las semillas de una manera trifásica:

- Rápida hidratación de los tejidos.
- Un periodo bastante largo de hidratación completa en el que se inician los mayores cambios metabólicos y estructurales.
- Un periodo de inhibición rápida y continua, asociado con germinación y crecimiento continuo del embrión.

Los estadios tempranos de la germinación tienen como actividad básica la degradación de las reservas nutritivas, el desarrollo de las organelas preexistentes en las células y la síntesis de nuevas organelas que complementan las existentes y contribuyen al mantenimiento del crecimiento de la planta.

c. Crecimiento del embrión dentro de la semilla. El embrión de las dicotiledóneas puede ser completo, grande o pequeño, pobremente

diferenciado, rudimentario, indiferenciado o inmaduro. Antes de que la redícula emerja de la cubierta seminal, los embriones crecen y se desarrollan dentro de la semilla. Este crecimiento es posterior a la inhibición de agua y existen pocas descripciones de él en las dicotiledóneas. Los embriones rudimentarios están rodeados de endospermo masivo y el embrión se nutre de este. La desintegración del endospermo parece estar bajo el control de giberelinas emanadas del embrión. El crecimiento intraseminal del embrión ocurre en todas las estructuras y puede iniciarse en 1 o 2 días después de la hidratación.

Parece que la actividad celular durante la hidratación sigue un patrón secuencial dentro del embrión. En algunas especies se inicia en el hipocotilo y procede acropeta y basipetamente hacia los polos embrionales. En todos los niveles del embrión hay gradientes de activación a través de los órganos. La secuencia de activación en los cotiledones es muy compleja y varía de una especie a otra. En algunas taxa, la degradación de cuerpos proteicos comienza en la epidermis y en las células próximas a las heces vasculares, en otros se inicia en las células más alejadas de estos. Un tercer grupo inicia el proceso en cualquier parte. No se sabe si estos patrones son un efecto artificial de la fijación y preparación de tejidos para el estudio microscópico o si se reflejan diferencias fundamentales en el control de la degradación de reservas.

Al inicio de la hidratación, las células cotiledonares tienen granos de almidón, cuerpos proteicos y oleosomas. Los cambios mayores que se observan son la degradación de las sustancias de reserva y su movilización hacia el eje embrional. La degradación del almidón se inicia más o menos un día después de la hidratación y la reducción de este guarda una estrecha relación con el aumento de azúcares solubles. La hidrólisis de las proteínas es simultánea a la del almidón y el nitrógeno proteico desciende en forma paralela al contenido del almidón. Después de 5 a 6 días de la actividad hidrolítica, se inicia el transporte de materiales fuera de los cotiledones. Al inicio de la hidratación, al

contenido de los cuerpos se torna difuso y luego desaparece; entonces los cuerpos proteicos coalescen y forman vacuolas grandes y luego una sola vacuola central de buen tamaño. La unidad de membrana original se convierte en torvoplasto y parece que su naturaleza varía durante el proceso. Los oleosomas desaparecen como resultado de la hidrólisis de triglicérido. La movilización de sustancias de reserva está asociada con una interna actividad enzimática.

Los plastidios son las organelas que sufren cambios; al hidratarse las células se definen bien y forman cloroplastos, desarrollan las granas y algunos gránulos de almidón. El RE forma la cisterna en 24 horas; los dictiosomas son poco frecuentes excepto en el procambium radical y las mitocondrias muestran un grado de diferenciación acorde con el tejido. Los ribosomas no muestran cambios detectables.

El alargamiento de eje embrional se inicia con la emergencia de las raíces y es claro que el alargamiento celular precede al proceso de división celular; si cambian las condiciones de germinación, esta relación se puede invertir. Los cambios subcelulares de las células del eje embrión al involucrar la activación de las organelas preexistentes, la hidrólisis de las reservas y el desarrollo de vacuola, dictiosomas y microcuerpos. Muchas células axiales contienen oleosomas, cuerpos proteicos y gránulos de almidón.

El embrión de los seriales contiene gran cantidad de sustancias de reserva (10% lípidos. 25 a 35% proteínas) lo que implica la presencia de un buen número de oleosomas y cuerpos proteicos en el escutelo, el coleoptilo y la coleorriza. El escutelo tiene una función haustorial y el embrión sintetiza la giberelina de controlar la función de la capa aleurona y la degradación de almidón. Los cambios se inician 1 a dos días de la hidratación, pero en las células radicales pueden ocurrir en pocas horas. En la zona de la coleorriza-raíz de *Sécale* cereales la activación celular ocurre muy rápidamente, pero las divisiones celulares tiene lugar entre 12 y 15 horas después.

El escutelo parece estar involucrado en el transporte de metabolitos de endosperma hacia el eje embrión y en la liberación de enzimas en el endosperma. La degradación de las proteínas en el parénquima del escutelo ocurre al mismo tiempo que en el epitelio y esta sincronizada con activación de las organelas celulares.

La diferenciación vascular del embrión en los cereales es muy rápida y, al inicio de la germinación, se observan xilema y floema en el escutelo, el coleoptilo y la primera hoja foliosa. En el trigo, floema se diferencia en el escutelo 3 horas después del inicio de la inhibición. El xilema aparece 18 horas después. En la hoja, el floema aparece a las 6 horas y en el coleoptilo a las 18 horas. El transporte eficiente de nutrientes se inicia a las 18 horas.

En todos los embriones, la diferenciación vascular está relacionada con varios eventos fisiológicos. El metabolismo de los cotiledones es activado y controlado por estímulos procedentes del eje embrional y la movilización de estos parece coincidir con el establecimiento de la conexión vascular entre el eje y los cotiledones.

d. Emergencia de la retícula. La retícula del embrión se denomina **sintropa** si se dirige hacia el micrópilo y **anfitropa** si se orienta en sentido opuesto a este.

Por lo general, la retícula penetra al micrópilo, este se abre y la retícula emerge. En otros casos, el embrión presiona la cubierta seminal y la fragmenta. Una tercera opción es que la retícula emerja a través de un punto localizado en la cubierta seminal. Estas aberturas reciben el nombre de **opérculos, embriostegas o tapones**. Los opérculos varían en ontogenia, estructura y mecanismo de la apertura. Hay opérculos formados por las regiones micropolar e hilar, exo y endostoma o solo por endostoma. Los opérculos son más comunes en las monocotiledóneas.

e. Establecimiento de la plántula. En las dicotiledóneas, el primer estadio observable desde el exterior es la emergencia de la retícula que crece hacia el

sustrato. Luego emerge lo cotiledones; cuando estos salen a la superficie, la germinación se llama epigea (*Cordia alliodora*, eritrina, *Ricinus communis*, *Allium cepa*, *Mappia longipes*, *Psychotria*, *Coffea arabica*), si quedan dentro de la tierra la germinación es **hipogea** (*Pisum sativum*, *Zea mays*, *Nectandra*, *Ocotea*). Aquellas plántulas en que los cotiledones son visibles, conspicuos, y libres, reciben el nombre de **fanerocotilares** (figura No. 327); cuando los cotiledones permanecen dentro de la cubierta seminal, independientemente de que la germinación sea epigea o hipogea, la plántula es **criptocotilar** (*Swietenia macrophylla*, *Omphalea oleífera*, *Viola sebifera*). En *Swietenia macrophylla*, los cotiledones están fusionados (**gamocotilia**) adaxialmente en los dos tercios superiores, lo que les imposibilita para salir de la cubierta seminal. El hipocotilo y los cotiledones (en plantas epigeas) se elevan sobre el suelo como resultado del alargamiento del hipocotilo y los cotiledones son de tamaño y forma muy variada (lineal, peltada, cordada, deltoide, elíptica, espatulada, ovada, reniforme, etc.); muchos de ellos se parecen a las metafilas en su venación y en el desarrollo de venas axilares.

Las plántulas de las monocotiledóneas presentan características especiales. En algunos géneros del cotiledón consiste en una vaina basal y una porción laminar fotosintética (miembros de *Alismataceae*, *Butomaceae* y *Liliaceae*). En otras taxa, el cotiledón se diferencia con vaina basal (que encierra al epicotilo) una angosta porción media y un extremo distal haustorial que permanecen dentro de la semilla y funciona como un órgano de succión que absorbe reservas dentro de la semilla y las transporta hasta el eje de la plántula. Cuando la semilla de *Allium cepa* germina, el alargamiento de la parte media del cotiledón presiona a la retícula, a la yema epicotilar y a la vaina del cotiledón fuera de la cubierta seminal. El haustorio queda dentro del endosperma. Conforme continúa el desarrollo, la parte media del cotiledón se arquea y emerge sobre la superficie del suelo; luego el extremo distal del cotiledón se rompe, se separa de la semilla y adopta una forma erecta y filiforme de color verde. En esta etapa aparece la primera hoja foliosa. En

Allium, la vascularización de cotiledón está representada por un simple haz de xilema, no ramificado, que se extiende del hipocolito al extremo haustorial.

Un caso muy interesante es el de Cocos nucifera. El coco comercial es la parte interna de una drupa. El fruto completo consta de una gruesa masa fibrosa (parte externa del pericarpo) una concha esclerenquimática (endocarpo). Dentro del endocarpo hay una sola semilla, con una cubierta seminal muy reducida y un embrión diminuto, inmerso en la capa periférica del endosperma celular (compra del comercio). La cavidad central contiene el endosperma líquido (“agua” de coco). El fruto de coco deriva de un ovario tricarpelar y al removerse la masa fibrosa, se ven tres depresiones (“ojos”) en puntuaciones de germinación. La mayor se encuentra sobre el embrión y es el sitio por el cual emergen el vástago y la retícula. El embrión consiste de un cotiledón corto y grueso, la retícula y el epicolito. Cuando comienza a desarrollarse, epicotilo, y la retícula rompen el endocarpo y penetran a la masa fibrosa. Luego el ápice forma una serie de escamas y se originan raíces adventicias en los nudos de esos apéndices y en el nudo cotiledonar. Durante la formación de vástago, el cotiledón crece y forma un haustorio enorme que absorbe el endosperma líquido y finalmente ocupa la cavidad del fruto. Más adelante, emerge la primera hoja foliosa y la plántula rompe su conexión con la drupa y crece en forma independiente.

En las gramíneas la germinación es hipogea. Al iniciarse la germinación, la coleoriza se alarga y sale a través del pericarpio; más tarde la raíz emerge a través de la colioriza. En el otro extremo de la cariósida, emerge el vástago cubierto por el colioriza. En el otro extremo de la cariósida, emerge el vástago cubierto por el coleoptido. En el maíz (*Zea mays*), esta unidad es empujada hacia arriba por el alargamiento del primer o segundo entrenudo. **(Flores, 1994).**

2.13. Madurez fisiológica

La madurez fisiológica y la estabilización del porcentaje de humedad en los granos húmedos son los límites que imponen cuando cosechar.

Durante el periodo de llenado de grano, que comienza en floración y culmina con la madurez, se distinguen diferentes subetapas según el proceso considerado.

El principio del periodo postfloración se denomina “cuaje” y allí no se observa ningún crecimiento apreciable, los granos en esta etapa son acuosos. Luego del cuaje se observa una etapa de muy activo crecimiento de los granos, o de llenado efectivo, en la que los granos toman un aspecto lechoso en sus comienzos, pastoso posteriormente y duro hacia el final. Todo este llenado efectivo y constante concluye en la madurez fisiológica, momento en que los granos ya no crecen más y el rendimiento máximo posible se ha alcanzado.

De madurez fisiológica en adelante solo puede haber pérdidas de rendimiento, por reducción de costos de acondicionamiento que normalmente ocurre a medida que pasa el tiempo entre madurez y estabilización del porcentaje de humedad.

Luego de la madurez, cuando ya no hay más acumulación de materia seca, la disminución del porcentaje de humedad depende solo del secado de los granos, y consecuentemente el grado de humedad cae más lento cuando termina la acumulación de materia seca. Aquí importa el aire que los rodea por la diferencia de temperatura existente.

Se establece que a partir de madurez fisiológica, la pérdida de humedad es en términos generales más lenta que durante el llenado de granos, pues no se acumula más materia seca. (Zenteno, 2010).

2.14. Madurez comercial

La madurez comercial se refiere a los atributos que debe tener una buena semilla para poder germinar, la semilla cuando está madura para la comercialización debe ser:

pura, limpia, uniforme, de aspecto normal, sana, libre de enfermedades e insectos capaz de germinar cuando se le otorgan todas las condiciones necesarias. **(Zenteno, 2010).**

2.15. Atributos de calidad de semilla

Por calidad de semillas, se entiende la suma de todos aquellos atributos genéricos, físicos, fisiológicos y sanitarios que afectan su capacidad de originar y producir plantas y cultivos de alta calidad.

La palabra calidad en semillas no tiene no tiene explicaciones simples, podría decirse que es un conjunto de características deseables que posee una semilla o un lote de semilla. La calidad puede entenderse como la suma algebraica de los siguientes componentes.

$$(CAL. GENETICA) \pm (CAL. FISIOLOGICA)$$

$$CALIDAD = \sum$$

$$(CAL.FISICA) \pm (CAL. SANITARIA)$$

(Marroquín, 1983).

2.15.1. Genéticos

Entre otras, la calidad involucra características de pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad del grano y resistencia a condiciones adversas de suelo y clima.

En los últimos años se ha dado bastante énfasis a aquellas características genéticas de las semillas que permiten un mayor desempeño para su establecimiento en el campo.

Algunas de esas características ya fueron incorporadas en variedades de especies tales como:

- a) Soya: La resistencia a la deterioración de campo a través de la incorporación del carácter “Semilla dura” (que no absorbe agua).
- b) Capacidad de germinar en condiciones de baja temperatura en semillas de sorgo y trigo.
- c) Alta velocidad de germinación en semillas de arroz para superar las malezas. **(Peske, 2007).**

2.15.2. Físicos

- a. **Pureza física.** Es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y la cantidad de material inerte.
- b. **Humedad.** El contenido de humedad de las semillas es la cantidad de agua contenido en ellas, expresada en porcentaje en fusión de su peso húmedo (base húmeda).

La humedad ejerce una gran influencia sobre el desempeño de las semillas en varias situaciones: El punto de cosecha para la mayoría de las especies es determinado en función del contenido de humedad de la semilla. También afecta la actividad metabólica de las semillas en los procesos de germinación y deterioración. Por tanto, el conocimiento de este atributo permite elegir el procedimiento más adecuado para la cosecha, el secamiento, el acondicionamiento, al almacenamiento y la preservación de la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla.

- c. **Daños mecánicos.** Cada vez que la semilla es manejada está sujeta a daños mecánicos. Lo ideal sería cosecharla y beneficiarla manualmente, pero esto no es práctico ni económico.

Las cosechadoras, a pesar de estar perfectamente reguladas, poseen mecanismos que golpean severamente las semillas durante la operación de trilla. Este procedimiento causa daños a las semillas, principalmente si son cosechadas muy húmedas o muy secas. Daños también pueden ocurrir en la planta seleccionadora, principalmente cuando las semillas pasan a través de elevadores, sufriendo caídas de gran altura, fuertes impactos y abrasiones que provocan lesiones en la testa o ruptura total de ellas.

La testa de la semilla posee la función de protegerla físicamente y cada vez que es rota queda más expuesta a las condiciones adversas del medio ambiente facilitando la entrada de microorganismos y los cambios gaseosos. Algunas semillas son más susceptibles a daños mecánicos que otras. Semillas de soya se dañan fácilmente, mientras que las de trigo y arroz son más resistentes al manejo.

- d. Peso volumétrico.** Es el peso de un determinado volumen de semillas. Recibe el nombre de pesos hectolitro si se refiere al peso de un hectolitro (100 litros).

Es una característica que refleja el grado de desarrollo de la semilla. El peso hectolitro es influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad de las semillas. Manteniendo otras características iguales, cuanto menor es la semilla mayor será su peso volumétrico.

- e. Peso de 1000 semillas.** Es una característica utilizada para informar el tamaño y el peso de la semilla como la siembra es realizada ajustándose la máquina para colocar un determinado número de semillas por metro, conociendo el peso de 1000 semillas por consiguiente el número de semillas por Kg., es fácil de determinar el peso de semillas a ser utilizado por área. **(Peske, 2007).**

2.15.3. Fisiológicos

La calidad fisiológica de la semilla es su capacidad de desempeñar funciones vitales, como una rápida germinación, alto vigor y longevidad. **(Marroquín, 1983).**

Los atributos fisiológicos son:

- a) **Germinación.** En tecnología de semillas, la germinación es entendida como la emergencia y el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, manifestando su capacidad para dar origen a una plántula normal, sobre condiciones ambientales favorables.

La germinación es expresada en porcentaje y su determinado esta padronizada en el mundo entero para cada especie. El porcentaje de germinación es atributo obligatorio en el comercio de semillas, siendo en general 80% el valor mínimo requerido en las transacciones. En función del porcentaje de germinación y de las semillas puras, el agricultor puede determinar la densidad de su siembra.

- b) **Dormancia.** Es el estado en que una semilla viva se encuentra cuando se dan todas las condiciones adecuadas para su germinación y la misma no germina.

La dormancia es una protección natural de la planta para que la especie no se extinga en condiciones adversas (humedad, temperatura, etc.). Esa característica puede ser encarada como benéfica o no. En el caso de semillas de plantas dañinas, perjudicial para el agricultor, pues dificulta su control, (algunas semillas pueden quedar dormantes por más de 20 años en el suelo). En forrajes, el estado de dormancia es benéfico, pues posibilita la resiembra natural. Otro ejemplo benéfico, pues posibilita la resiembra natural. Otro ejemplo benéfico de la dormancia es el caso de “semillas duras” de soya que pueden quedarse en el campo aguardando la cosecha con un mínimo de deterioración.

Existe un término involucrado tanto las semillas dormantes como aquellas que germinan en condiciones adecuadas, denominado de viabilidad.

Este término es expresado en condiciones es expresado en porcentaje e informa el potencial de germinación de un lote. Así viabilidad es la suma de

las semillas dormantes y de las que germinaran en un análisis padrón de germinación.

- c) **Vigor.** Los resultados de la prueba de germinación frecuentemente no se reproducen a nivel de campo, pues en el suelo las condiciones raramente son óptimas para la germinación de las semillas. De esta manera, se desarrolló el concepto del vigor y las formas de determinarlo.

Existen varios conceptos de vigor, entre tanto se puede generalizar afirmando que es el resultado de la conjugación de todos aquellos atributos de la semilla que permite la obtención de un stand en condiciones de campo (favorable y desfavorable).

Existen varias pruebas de vigor, cada adecuada a un tipo de semilla y a una condición determinada. Este es un atributo muy utilizado por las empresas de semillas en sus programas de control de calidad, permitiendo identificar lotes con bajo potencial de almacenamiento, que germinan mal en el frío, que no soporta sequía, etc. (**Peske, 2007**).

2.15.4. Sanitarios

Las semillas son generalmente excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos, que pueden a veces, causar efectos en las plantas. Pequeñas cantidades de inoculantes en la semilla pueden tener un gran significado epidemiológico. (**Peske, 2007**).

La capacidad sanitaria comprende una condición de la semilla en cuanto a presencia de hongos y bacterias, virus, insectos que causen daño a la semilla o que transmitidos por la semilla sean capaces de causar bajas en su calidad y productividad. (**Marroquín, 1983**)

2.16. Descripción de los métodos a emplear en el trabajo

La metodología empleada en el trabajo dirigido se la ejecutara en función a las reglas ISTA (The Internacional Sheed Thesting Association).

2.16.1. Determinación del contenido de humedad

2.16.1.1. Objeto

El objeto es determinar la cantidad de agua contenida por las semillas utilizando métodos apropiados para ensayos de rutina.

2.16.1.2. Principio

Se determina el contenido en agua por el medio del método indirecto, basado en la propiedad dieléctrica con ayuda del determinador de humedad Steinlite.

En este aparato, la muestra con semilla entera es colocada en contacto con una fuente de voltaje de alta frecuencia y el contenido de agua es evaluado en términos de constante dialetrica.

En este método ofrece mayor precisión porque el efecto dieléctrico es un valor independiente de las condiciones de la superficie, siendo el grado de humedad determinando por las propiedades intrínsecas de la masa de semilla.

2.16.2. Análisis de pureza

2.16.2.1. Objeto

El objeto de análisis de pureza es determinar: (a) La composición en peso de las muestras que se analiza y por siguiente la composición del lote de semilla y (b) La

identidad las distintas especies de semilla y de las partículas de materia inerte constituyentes de las muestras.

2.16.2.2. Definiciones

2.16.2.3. Semilla pura

La semilla pura comprenderá las especies indicadas por el expedidor o encontrados como predominantes en el análisis, incluyendo todas las variedades botánicas y cultivares de dicha. Se consideran semilla pura, las normales, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificados como pertenecientes a dichas especies.

2.16.2.4. Otras semillas

En otras semillas se incluirán las semillas y pseudo semillas de cualquier especie distinta a la de la semilla pura. Respecto a la clasificación en otras semillas y materia inerte.

2.16.2.5. Materia inerte

En materia se incluirán semillas, pseudo semillas y otras materias tal como se detalla (fragmento de semilla, restos de cosecha, (glumas vacías, lemas y paleas). Tierra, arena, piedras, tallos y hojas.

2.16.3. Determinación del peso de 1000 semillas

2.16.3.1. Objeto

El objeto es determinar el peso de 1000 semillas de la muestra remitida (1000gr.).

2.16.3.2. Principio

Se terminara el número de semillas en un peso dado de semilla pura y se calcula el peso para 1000 semillas. Si el coeficiente de variación no resulta a 6.0 para la semilla vestidas de gramíneas o a 4,0 para las demás semillas, se puede proceder al cálculo del resultado de la determinación.

Si el coeficiente de variación resulta superior al límite correspondiente, sería necesario contar y pesar otras ocho repeticiones, determinándose la desviación típica para las 16 repeticiones. Se eliminaran las repeticiones cuya diferencia con la media sea superior al doble de la desviación típica así determinada.

2.16.4. Ensayo de germinación

2.16.4.1. Objeto

El objeto final de los ensayos de germinación es obtener información acerca del valor de la semilla, el punto de vista de su siembra en terreno de cultivo, y proporcionar resultados que permitan comparar el valor de los diferentes lotes de semilla.

Los ensayos realizados en las condiciones de cultivo no son generalmente satisfactorios, ya que sus resultados no se pueden reproducir fielmente. Esta es la razón por la cual se ha desarrollado los métodos de laboratorio en los que se controlan algunos o todos las condiciones externas.

2.16.4.2. Determinación del valor cultural

Una vez completados los análisis de pureza y el ensayo de germinación ya se está en condiciones para calcular el valor cultural o valor real de un lote de semillas, que indica el número de semillas puras capaces de germinar.

El cálculo del valor cultura se lo realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor cultural} = \frac{(\%) \text{ Pureza} \times (\%) \text{ de Germinación}}{100}$$

Fuente (Peretti, 1994).

2.16.5. Ensayos sanitarios de semilla

El objeto de un ensayo es determinar el estado sanitario de una muestra de semilla y en consecuencia el del lote, con el fin de obtener una información que pueda ser utilizado para comparar el valor de los diferentes lotes de semilla.

Los ensayos sanitarios de la semilla son importantes por tres razones:

- 1) Un inóculo transmitido por las semillas puede favorecer el desarrollo progresivo de una enfermedad en los cultivos y reducir el valor comercial de la cosecha.
- 2) Pueden introducirse enfermedades en nuevas regiones debido a lotes de semillas infectadas, siendo a veces necesario un control de cuarentena y una certificación aplicables al comercio internacional de semillas.
- 3) Los ensayos sanitarios de las semillas permiten valorar las plántulas y conocer las causas de baja germinación o deficiente desarrollo en campo y constituyen un complemento de los ensayos de germinación.

2.16.5.1. Principio

Se determinaran las condiciones especificadas por el remitente: Presencia o ausencia de órganos que provoquen enfermedades, parásitos o condiciones físicas desfavorables, y se determinan el número de semillas afectadas en la muestra con tanta exactitud como el método empleado lo permita.

El tratamiento aplicado al lote de semilla puede influir en la determinación. En consecuencia, si se ha realizado un tratamiento, el remitente deberá especificar el tipo de tratamiento y el producto químico empleado.

CAPÍTULO III

III. Metodología

La metodología utilizada en el trabajo dirigido fue según the Internacional Seed Testing Association (ISTA) para cinco de los seis ensayos realizados, para el ensayo restante (valor cultural) se aplicó otra metodología, el trabajo se desarrolló en el laboratorio de Análisis de Semilla perteneciente al INIAF (Instituto nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) ubicada en el kilómetro 2.5 carretera a Tomatitas, aplicando los siguientes ensayos: Contenido de humedad, pureza física, ensayo de germinación, ensayo sanitario, determinación del peso de 1000 semillas, determinación del valor cultural, a través de todos estos ensayos se puede determinar la calidad de la semilla. El trabajo de investigación dio inicio con la adquisición del material de trabajo (semilla de haba) que se obtuvo directamente del productor (Sr. Severo Torrez) de la comunidad de Villa charcas provincia Nor-Cinti del departamento de Chuquisaca en la gestión 2012, para luego dar paso al trabajo de laboratorio, que sigue la siguiente secuencia: ensayo de contenido de humedad, en ensayo de pureza física, ensayo del peso de 1000 semillas, ensayo de germinación, ensayo sanitario, determinación del valor cultural, con cuatro variedades de haba(Pairumani, Criolla, Fincaesquina, Turiza) dichas variedades que son producidas en la comunidad de Villa Charcas.

3.1. Descripción del desarrollo del trabajo dirigido

En el trabajo dirigido se tomó en cuenta la siguiente secuencia:

3.1.1. Determinación del contenido de humedad

3.1.2. Determinación de pureza física

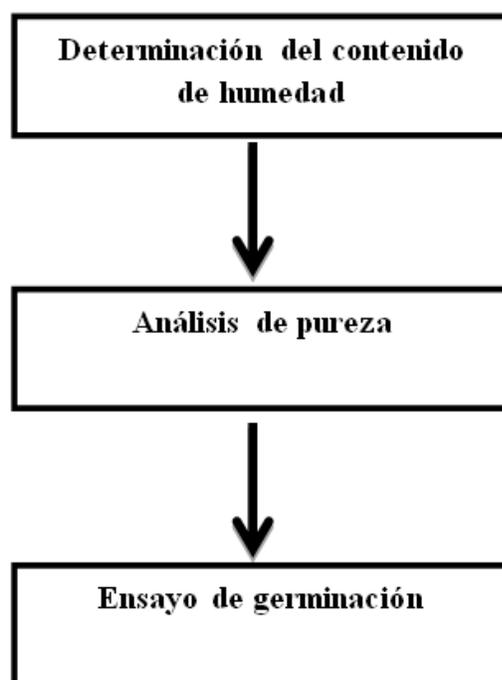
3.1.3. Ensayo de germinación

3.1.4. Determinación del peso de 1000 semillas

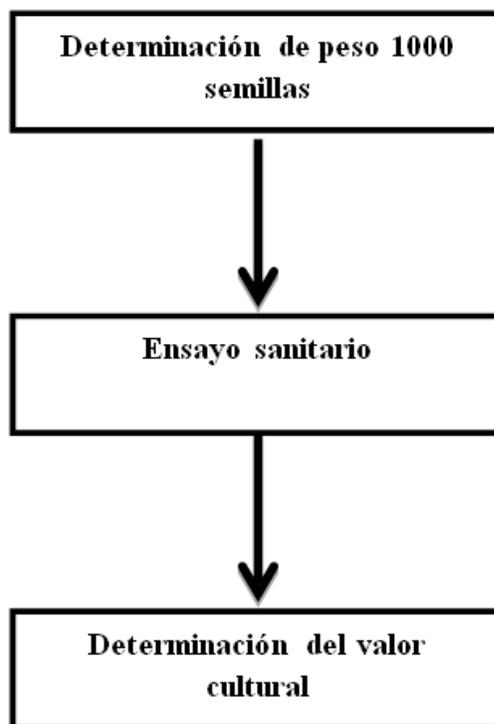
3.1.5. Ensayo sanitario

3.1.6. Determinación del valor cultural

3.1.7. Diagrama de flujo del laboratorio de análisis de semillas



3.1.8. Ensayos complementarios



3.2. Métodos, empleados en el trabajo dirigido

3.2.1. Métodos

Los métodos existentes, y el utilizado para cada uno de los ensayos en la determinación de la calidad de semilla se mencionan a continuación:

3.2.1.1. Determinación del contenido de humedad

3.2.1.1.1. Método directo a través de la utilización de la estufa

3.2.1.1.2. Método indirecto basado en las propiedades dieléctricas de la semilla

3.2.1.2. Análisis de pureza

3.2.1.3. Determinación del peso de 1000 semillas

3.2.1.4. Ensayo de germinación

3.2.1.4.1. Ensayo de germinación en arena utilizando como sustrato arena

3.2.1.4.2. Ensayo de germinación sobre papel (TB)

3.2.1.4.3. Ensayo de germinación entre papel (BP)

3.2.1.5. Determinación del valor cultural

3.2.1.6. Ensayo sanitario de semillas

3.2.1.6.1. Examen directo

3.2.1.6.2. Examen de plantas en vegetación

3.2.2. Materiales y equipos empleados en el trabajo dirigido

Los materiales y equipos para cada análisis se nombran a continuación:

3.2.2.1. Equipos de laboratorio para la determinación del contenido de humedad

- Balanza
- Determinador de humedad Steinlite
- Tablas de conversión y de corrección por temperatura
- Formulario de registro

3.2.2.2. Equipos de laboratorio para el análisis de la pureza

- Balanza
- Pinzas
- Diafanoscopio
- Registro detallado de análisis de pureza

3.2.2.3. Equipos de laboratorio para la determinación del peso de 1000 semillas

- Balanza
- Calculadora
- Diafanoscopio

3.2.2.4. Materiales de laboratorio para la determinación del porcentaje de germinación

- Semilla de la fracción pura de haba
- Bandejas
- Arena
- Pulverizador de agua
- Registro de germinación

3.2.2.5. Materiales para la determinación del valor cultural

- Datos de germinación
- Datos del análisis de pureza física
- Calculadora

3.2.2.6. Materiales para la determinación del estado sanitario de las semillas

- Semilla de haba
- Plántulas de haba

3.2.3. Técnicas empleadas en el trabajo dirigido

El desarrollo del trabajo dirigido se efectuó en función a **The international Seed Testing Association (ISTA)**.

Los procedimientos que se utilizaron para determinar la calidad, se explican detalladamente a continuación:

3.2.3.1. Determinación del contenido de humedad

3.2.3.1.1. Procedimiento

- El trabajo de laboratorio se dio inicio con la recepción de la semilla inmediatamente se procedió a realizar la determinación del contenido de humedad para obtener la humedad correcta de esas semillas, ya que la humedad puede modificarse en el laboratorio.
- El contenido de humedad se determinó en el método indirecto basado en la propiedad dieléctrica por medio del determinador de humedad **Stenlite**, el mismo cuenta con dos pasos para determinar la humedad el primer es una lectura parcial de la humedad. El segundo es el contenido de corrección del contenido de agua, en relación a la temperatura se hace por medio de la tabla, se adiciona a la primer lectura 32 a 80 °F, y se sustrae si es de 81 a 100 °F, como lo indica la tabla, el procedimiento que se da en el **Sthelite** se explica detalladamente a continuación:

- Para determinar la humedad, primero se enciende el determinador de humedad, se debe esperar 5 minutos hasta que la aguja se estabilice al centro o que marque al cero, se pesa en una balanza la cantidad de semilla que indica la tabla (para cada cultivo es un peso distinto), la semilla se coloca en la balanza con la ayuda de una bandeja para no tener contacto en ningún momento con la semilla el transcurso de la bolsa a la balanza para no modificar la humedad de semilla a utilizar, para el caso de haba el peso de la muestra es de 100gr.
- Se introduce los 100gr.de semilla por la tolva al determinador de humedad, se debe de 30 a 60 segundos, inmediatamente se mueve la aguja hacia la izquierda del cero hacia la letra B, de donde nuevamente se empieza a mover la aguja despacio retorno hasta que ya no se mueva que pueda ir de la letra B hasta la letra E, donde nos da una temperatura con la cual se obtiene la humedad en la tabla de conversión.
- Seguidamente se deja caer la semilla al corrector por temperatura, de igual manera se debe esperar de 30 a 60 segundos, que también nos da una temperatura en °F para ingresar a la segunda tabla de conversión que corresponde a la corrección por temperatura de donde se obtiene un valor que el mismo se adiciona o se sustrae a la primera lectura de la humedad para poder obtener la humedad correcta de la semilla.

3.2.3.2. Análisis de la pureza

3.2.3.2.1. Procedimiento

- Como primer paso para determinar la pureza física se calibro la balanza se procedió pesar 1000gr. Como lo indican las ISTA, para el cultivo del haba.

- A continuación se trabajó con la semilla en el diafanoscopio realizado una separación minuciosa de lo que es materia inerte de la semilla, también separando otras semillas ajenas a la variedad.
- Se pesó la semilla pura.
- Se pesó la materia inerte (y se colocó en un sobre de papel separando de la semilla pura, dentro de la bolsa de muestreo).
- Se determinó el porcentaje de pureza mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de pureza} = \frac{P - p}{P} \times 100$$

P = Peso total de la semilla

p = peso de las impurezas (semillas de otras especies y materia inerte)

El porcentaje de pureza (%) se anotara con una cifra decimal

3.2.3.3. Determinación del peso de 1000 semillas

3.2.3.3.1. Procedimiento

- Para determinar el peso de 1000 semillas de trabajo con la fracción de semilla pura obtenida del análisis de pureza física.
- El conteo de las muestra se realizó de forma manual, se contaron ocho repeticiones de 100 semillas cada una al azar, para cada una de las muestras como le indican las reglas ISTA.
- Seguidamente se calibro la balanza para realizar el respectivo pesado de cada repetición.
- El peso de cada repetición se lo anoto en gramos con el mismo número de cifras decimales que el análisis de pureza (con cifra decimal).

- A continuación se calculó la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación con las siguientes formulas.

$$\text{Varianza} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

Dónde:

x = Peso de gramos de cada repetición

n = Número de repeticiones

\sum = Sumas de medias

$$\text{Desviación típica (S)} = \sqrt{\text{Varianza}}$$

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

Dónde:

\bar{x} = Peso medio de 100 semillas

3.2.3.4. Determinación del porcentaje de germinación

3.2.3.4.1. Procedimiento

Se inició con la preparación del sustrato a utilizar arena con las variedades de haba.

- En dicho ensayo se trabajó con un solo sustrato, arena el mismo se humedecía con la ayuda de un pulverizador tratando de que sea lo más uniforme posible para que todas las semillas absorban la misma cantidad de agua, lo cual se vea reflejado en una germinación uniforme.
- Se utilizó para la prueba de germinación la semilla pura.

- Se preparó dicho sustrato con cuatro replicas para cada variedad.
- Se sembró las cuatro variedades con cuatro replicas para cada variedad, se las identifico adecuadamente y se colocó las bandejas a temperatura ambiente, se les proporciono el riego adecuado para su desarrollo.
- Se procedió a evaluar la germinación de las cuatro variedades de haba, estas evaluaciones se la realizo: la primera a los siete días después de la siembra y la segunda a los catorce días después de la siembra, anotando lo resultados para cada replica y cada variedad en un registro de germinación.
- En el transcurso de la germinación se observó que en las cuatro variedades en estudio comenzaron a desarrollarse hongos, pero llevando las muestras en el laboratorio de fitopatología perteneciente U.A.J.M.S se determinó que eran hongos saprofitos, pero no afectaron en el proceso de germinación dado que dichos hongos atacan generalmente a tejidos muertos y no así a tejidos vivos.

3.2.3.5. Determinación del valor cultural

3.2.3.5.1. Procedimiento

Para la determinación del valor cultural de la semilla se trabajó con los resultados del análisis de pureza y los resultados de ensayos de germinación, para el cálculo de los resultados se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Valor cultural} = \frac{(\%) \text{Pureza} \times (\%) \text{ de Germinacion}}{100}$$

Los resultados obtenidos se los anoto como porcentaje.

3.2.3.6. Determinación del estado sanitario de las semillas

3.2.3.6.1. Procedimiento

Para la determinación del estado sanitario de las semillas se aplicó dos métodos propuestos por las reglas ISTA.

El primero que consiste en un examen directo, se lo puede realizar con lupa binocular o sin ella, en este caso no se utilizó lupa, se trabajó con la totalidad de la muestra remitida al laboratorio (1000 gr.), se observó minuciosamente en busca de organismos que pueden ser causantes de daños o enfermedades como lo son insectos, hongos, etc. En caso de encontrar semillas infectadas los resultados se anotaran como porcentaje de semillas infectadas.

El segundo consiste en un análisis a las plántulas luego de la germinación, de la misma manera que en el primero se realiza una observación minuciosa a las plántulas en busca de síntomas que indiquen la presencia de organismos causales de problemas sanitarios. En caso de encontrar plántulas infectadas se los anotara en porcentaje.

CAPÍTULO IV

IV. Resultados

4.1. Presentación, análisis e interpretación de datos de la información recabada

4.1.1. Resultados del porcentaje de humedad para las cuatro variedades de haba

En el siguiente cuadro se presentara las cuatro variedades de haba, el lugar de procedencia para cada variedad y se detallan los valores obtenidos para el contenido de humedad.

Se puede observar que casi todas las variedades presentan valores similares los cuales están entre 9 y 10 de humedad, esto tal vez se deba a que los lugares donde fueron producidas cada variedad presentan características similares. La variedad turiza presenta un valor inferior a las demás variedades, puede ser que sea quizás que lleve mucho tiempo cosechada, por el cual debido a ese tiempo va perdiendo la humedad.

CUADRO # 1 Resultados obtenidos para el porcentaje de humedad

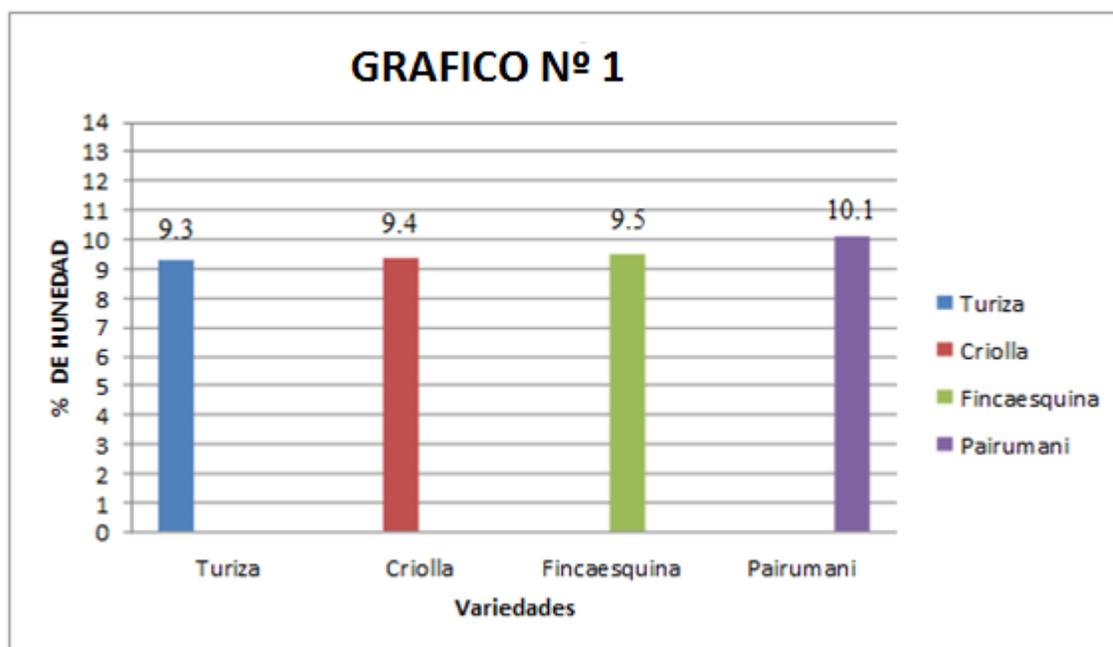
Nº	Variedad	Procedencia (comunidad-provincia)	% de humedad
1	Turiza	Villa charcas - Nor-Cinti	9.3
2	Criolla	Villa charcas - Nor-Cinti	9.4
3	Fincaesquina	Villa charcas - Nor-Cinti	9.5
4	Pairumani	Villa charcas - Nor-Cinti	10.1

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones

Las Norma Específica de Certificación de Semillas de haba (*Vicia faba* L.) en actual vigencia establecidas por el Ex Programa Nacional de semillas, (2001), en la actualidad INIAF, indican que la humedad de la semilla no debe superar el 13% tras realizar los ensayos para determinar la humedad de la semilla de haba se pudo determinar que ninguna de las variedades en estudio sobrepasa el 13 % de humedad por lo cual podemos decir que si cumple con los parámetros establecidos para el contenido de humedad.

4.1.1.1. Gráfico de resultados para el % de humedad de las cuatro variedades de haba



4.1.2. Resultados del análisis de pureza para las cuatro variedades de haba

En el siguiente cuadro se presentan las cuatro variedades de haba, el lugar de procedencia para cada variedad y se detallan los valores obtenidos en el porcentaje de pureza, en el que podemos observar que no hay diferencia significativa con los valores entre las diferentes variedades, por lo cual se debe que sean similares por lo que se aplicaron los mismos métodos de la cosecha.

CUADRO # 2 Valores del porcentaje de pureza

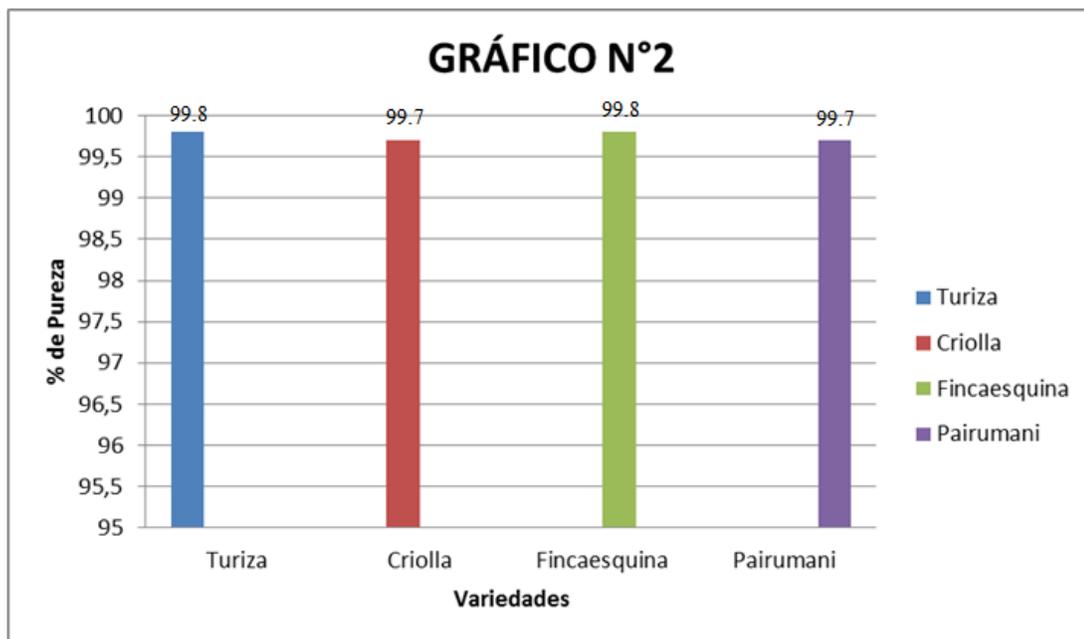
Nº	Variedad	Procedencia (comunidad-provincia)	% de pureza
1	Turiza	Villa charcas - Nor-Cinti	99,8
2	Criolla	Villa charcas - Nor-Cinti	99,7
3	Fincaesquina	Villa charcas - Nor-Cinti	99,8
4	Pairumani	Villa charcas - Nor-Cinti	99,7

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones

Las normas específicas para la certificación en laboratorio de semillas de haba (*Vicia Faba L.*) en actual vigencia por el Ex Programa Nacional de semillas (2001), en el actual INIAF, señalan que el porcentaje mínimo de pureza de la semilla debe ser del 98% podemos decir que las cuatro variedades en estudio cumplen con las normas al tener una pureza igual o superior al 98% estas variedades son: Turiza, Criolla, Fincaesquina, Pairumani.

4.1.2.1. Gráfico de resultados para % de pureza entre las cuatro variedades de haba



4.1.3. Resultados del ensayo de germinación para las cuatro variedades de haba

En el siguiente cuadro se presenta las cuatro variedades de haba, el lugar de procedencia para cada variedad y se detallan los valores obtenidos en el ensayo de germinación.

En el cuadro se puede observar que las cuatro variedades germinaron de manera normal.

CUADRO # 3. Valores obtenidos en el ensayo de germinación

Nº	Variedad	Procedencia (comunidad-provincia)	% de germinación
1	Turiza	Villa charcas - Nor-Cinti	85
2	Criolla	Villa charcas - Nor-Cinti	80
3	Fincaesquina	Villa charcas - Nor-Cinti	81
4	Pairumani	Villa charcas - Nor-Cinti	91

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones:

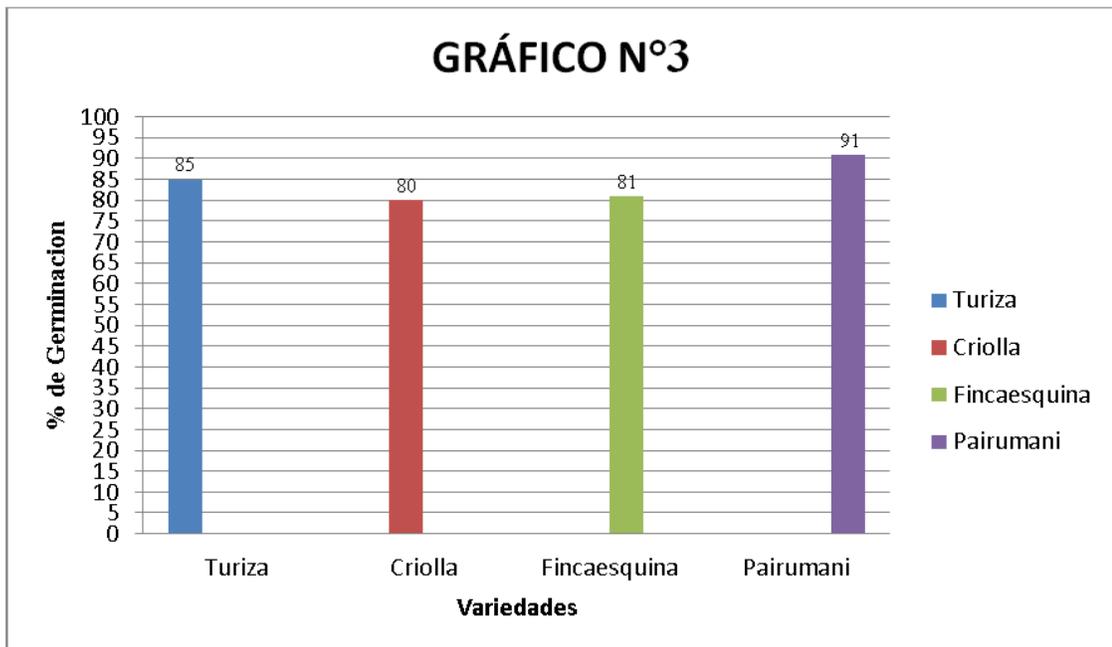
De las cuatro variedades de haba que estudiamos todas cumplen con los parámetros exigidos por las normas de certificación establecidos por el ex programa Nacional de Semillas, (2001), en la actualidad el Instituto Nacional Agropecuario y Forestal (INIAF), que para el porcentaje de germinación exige un mínimo de 80%, estas variedades son: Turiza, Criolla, Fincaesquina y Pairumani.

Un bajo porcentaje de germinación podría significar que el manejo de la semilla desde la cosecha hasta el almacenamiento no fue el adecuado.

Por lo tanto la semilla no es de buena calidad y es mejor utilizarla para el consumo. (Rodolfo Valdivia Lorente).

Si los resultados de la prueba de germinación antes de la siembra es inferior del 80 % y superior al 60 % se pueden tomar dos decisiones: Cambiar el material de siembra por uno de mejor calidad o incrementar la cantidad de semilla para siembra.

4.1.3.1. Gráfico de resultados para el % de germinación entre las cuatro variedades de haba



4.1.4. Resultados de cálculo de peso de 1000 semillas para las cuatro variedades de haba

En el siguiente cuadro se presenta las cuatro variedades de haba, el lugar de procedencia para cada variedad y se detallan los valores obtenidos en el cálculo del peso de 1000 semillas.

La diferencia de peso que se ve entre las variedades de haba es obviamente por la presencia de tamaño entre las mismas, puede efectuar una sencilla relación “mayor tamaño, mayor peso; menor tamaño, menor peso”.

CUADRO # 4. Valores obtenidos en el cálculo del peso de 1000 semillas

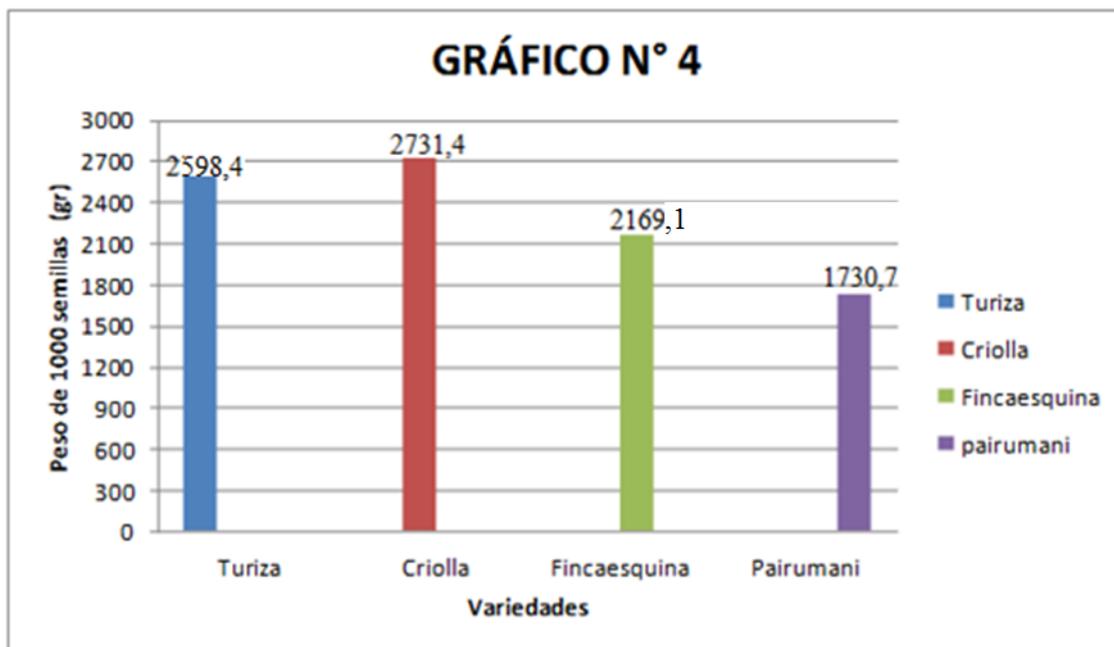
Nº	Variedad	Procedencia (comunidad-provincia)	Peso de 1000 semillas (gr)
1	Turiza	Villa charcas - Nor-Cinti	2598,4
2	Criolla	Villa charcas - Nor-Cinti	2731,4
3	Fincaesquina	Villa charcas - Nor-Cinti	2169,1
4	Pairumani	Villa charcas - Nor-Cinti	1730,7

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones:

Para el peso de 1000 semillas, no se especifica un parámetro mínimo, este parámetro esta en relación con la variedad y el tamaño de la semilla. Peske, (2007) dice que el peso de 1000 semillas. Es una característica utilizada para informar del tamaño y el peso de la semilla. Como la siembra se realiza ajustando la máquina para colocar un determinado número de semillas por metro, conociendo el peso de 100 semillas y por consiguiente el número de semillas por kg, es fácil determinar el peso de semilla a ser utilizado por área.

4.1.4.1. Gráfico de resultados para el peso de 1000 semillas entre las cuatro variedades de haba



4.1.5. Resultados del cálculo del valor cultural para las cuatro variedades de haba

En el siguiente cuadro se presentan las cuatro variedades de haba, el lugar de procedencia para cada variedad y se detallan los valores obtenidos en el cálculo del valor cultural.

El valor cultural depende el porcentaje de germinación y de pureza.

CUADRO # 5 Valores obtenidos en el cálculo del valor cultural

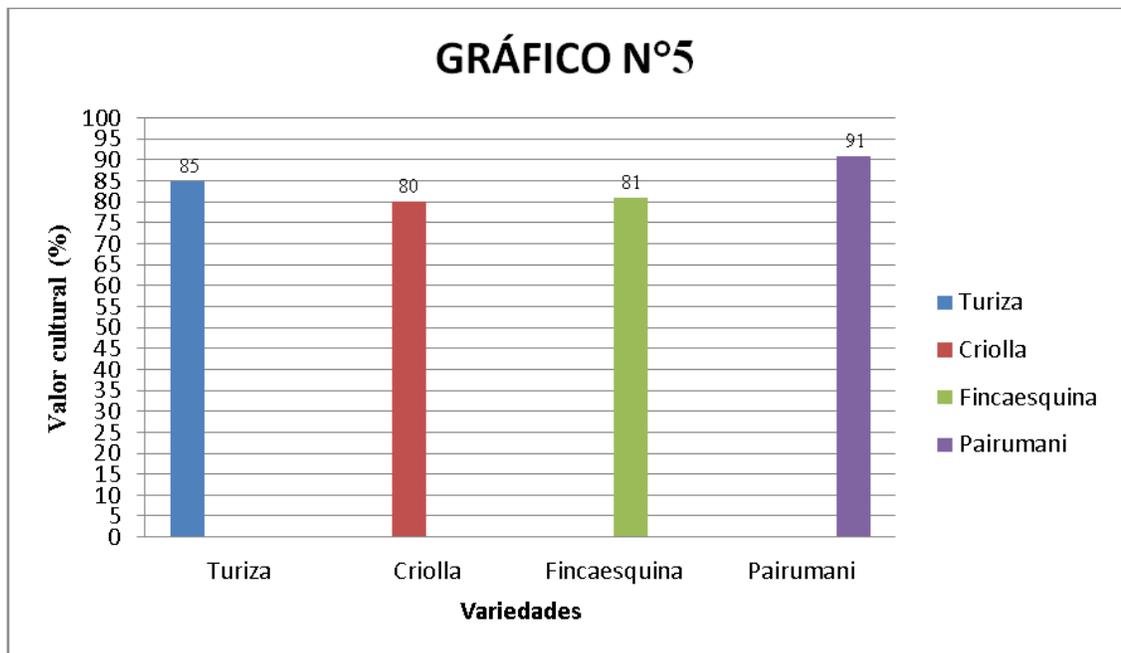
Nº	Variedad	Procedencia (comunidad-provincia)	Valor cultural %
1	Turiza	Villa charcas - Nor-Cinti	85
2	Criolla	Villa charcas - Nor-Cinti	80
3	Fincaesquina	Villa charcas - Nor-Cinti	81
4	Pairumani	Villa charcas - Nor-Cinti	91

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones:

El valor cultural de la semilla esta en absoluta dependencia de los resultados del ensayo de germinación y del análisis de pureza, el valor cultural indica la cantidad de semilla a utilizar por hectárea, el valor cultural indica el número real de semillas capaces de germinar.

4.1.5.1. Gráfico de resultados para el valor cultural entre las cuatro variedades de haba



4.1.6. Resultados de ensayo sanitario para las cuatro variedades haba

En el siguiente cuadro se presentan las cuatro variedades de haba, y se detallan los valores obtenidos en el ensayo sanitario: En el cual no hubo presencia de hongos patógenos, pero si se observó presencia de hongos Saprofitos del Genero Rhizopus ssp en las cuatro variedades de haba, (Turiza, Criolla, Fincaesquina, Pairumani).

CUADRO # 6 Resultados del ensayo sanitario

Variedad	Presencia de hongos patogenos	Presencia de hongos saprofitos
Turiza	Ninguno	Genero Rhizopus ssp
Criolla	Ninguno	Genero Rhizopus ssp
Fincaesquina	Ninguno	Genero Rhizopus ssp
Pairumani	Ninguno	Genero Rhizopus ssp

Discusiones:

De acuerdo a los datos que se presentan en este cuadro podemos decir que en las cuatro variedades no hay presencia de hongos patógenos pero de acuerdo a los análisis de laboratorio de fitopatología se pudo observar la presencia de hongos saprofitos del Genero Rhizopus ssp en todas las variedades de haba.

4.1.7. Resumen con los resultados de los ensayos utilizados para determinar la calidad de semilla

En el siguiente cuadro se presenta un resumen con los valores de los tres ensayos que exigen las normas específicas para la certificación de semilla de haba (vicia faba L.) en laboratorio en actual vigencia en nuestro país, los cuales son: Ensayo de humedad, pureza física, germinación, estos tres ensayos son los utilizados para determinar la calidad de semilla.

CUADRO # 7. Resumen con los valores obtenidos de los ensayos que exige las normas específicas para la certificación de semilla de haba (vicia faba L.) en laboratorio.

N°	Variedad	% de Humedad	% de Pureza	% de Germinación
1	Turiza	9,3	99,8	85
2	Criolla	9,4	99,7	80
3	Fincaesquina	9,5	99,8	81
4	Pairumani	10,1	99,7	91

FUENTE: Elaboración propia (2012)

Discusiones

De acuerdo a los datos que se presentan en este cuadro podemos decir que todas las variedades de haba que fueron estudiadas cumplen con las normas de certificación de haba (Vicia Faba L.) en actual vigencia establecidas por Ex Programa Nacional de

Semillas, (2001), en la actualidad INIAF, estas normas establecen los siguientes parámetros: Humedad igual o inferior a 13%, pureza igual o mayor a 98%, y germinación igual o superior a 80%, las variedades que cumplen con estos parámetros son: Turiza, Criolla, Fincaesquina y Pairumani.

4.2. Informe de la institución sobre la eficacia de la intervención profesional.

INFOME DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGROPECUARIO Y FORESTAL (INIAF) – TARIJA

El que suscribe Ing. Héctor Quiroga Moreno, Técnico Responsable de certificación de semillas del Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF) - Tarija, me permito realizar el siguiente informe, el mismo que determinado en el formato (punto 4.2) para trabajos dirigidos.

El trabajo dirigido realizado por la estudiante Rosa Maria Torrez Cruz, que lleva por título **“EVALUACION DE LA CALIDAD DE SEMILLA DE CUATRO VARIEDADES DE HABA (Vicia faba L.) DE LA COMUNIDAD DE VILLA CHARCAS NOR-CINTI CHUQUISACA”**. Lo realizó de acuerdo a lo establecido a su plan de trabajo o perfil de trabajo dirigido. La determinación de los parámetros de calidad Contenido de Humedad, Pureza Física y ensayo de Germinación realizado en laboratorio fue ejecutada en estricta sujeción a lo que establece las reglas ISTA (reglas internacionales para ensayos de semillas), los ensayos siguientes peso de 1000 semillas, determinación del valor cultural, ensayo del estado sanitario son un complemento o adición a los parámetros anteriormente mencionados; el trabajo tuvo la siguiente secuencia: Determinar el contenido de humedad análisis de pureza física, ensayo de germinación, determinación del peso de 1000 semillas, determinación el valor cultural, determinación del estado sanitario.

En la ejecución del trabajo la estudiante utilizo métodos y técnicas. Equipos y Aparatos correctamente.

La estudiante cumplió con el convenio interinstitucional firmado por ambas instituciones y demostró interés y prestancia en la ejecución de su trabajo y en el apoyo en el Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF).

Es cuanto se informa en apego a la verdad.

Tarija, abril de 2013.

Ing. Héctor Quiroga M.

CERTIFICACIÓN (I.N.I.A.F.) -TARIJA

CAPÍTULO V

V. Conclusiones

En general, los resultados de los análisis realizados muestran que las cuatro variedades cumplen con los requisitos que establece la Norma Especifica de Certificación de semilla de haba, a continuación se presentaran las conclusiones:

- El porcentaje de humedad para las variedades estudiadas se encuentran dentro de los parámetros de calidad establecidos por las normas de certificación, esto quiere decir que ninguna de las variedades estudiadas supera el 13 % de humedad, los valores obtenidos son expresados en porcentajes de humedad, para cada variedad son: Var. Turiza 9.3%, Var. Criolla 9.4%, Var. Fincaesquina 9.5%, Var. Pairumani 10.1%.
- Los resultados obtenidos en el análisis de pureza están dentro de los parámetros para las cuatro variedades, los cuales presentan los siguientes resultados que están expresados en porcentajes de pureza: Var. Turiza 99.8%, Var. Criolla 99.7%, Var. Fincaesquina 99.8%, Var. Pairumani 99.7%, como se pudo observar dichas variedades nombradas anteriormente están por encima del 98% de pureza que es el porcentaje mínimo exigido por las normas.
- En las pruebas de germinación las cuatro variedades estudiadas cumplen con los parámetros que exigen las normas en actual vigencia, dichas normas establecen que el porcentaje mínimo de germinación debe ser el 80%, las variedades que cumplen con ese porcentaje son: Var. Turiza 85%, Var. Criolla 80%, Var. Fincaesquina 81%, y la Var. Pairumani 91%, dichos resultados nos muestran que la variedad Pairumani fue la que obtuvo mayor porcentaje de germinación.
- En la determinación del peso de 1000 semillas, la variedad que obtuvo el mayor peso fue la variedad criolla con un valor de 2731,4 gr., en cuanto a la

variedad que obtuvo menor peso fue la variedad Pairumani con un valor de 1730,7 gr., la diferencias en el peso se deben al tamaño de cada variedad esto quiere decir que a mayor tamaño de la semilla mayor será el peso.

- En la determinación del valor cultural, la variedad que obtuvo el mayor porcentaje fue la variedad Pairumani con un valor de 91%. En cuanto a la variedad que obtuvo menor porcentaje fue la variedad Criolla con un valor de 80%.
- En la determinación del estado sanitario de las semillas se pudo observar la presencia de un hongo, que llevado al laboratorio de fitopatología y cultivo in vitro de la F.C.A.F. perteneciente a la U.A.J.M.S., para su respectivo análisis se pudo determinar que se trataba de un hongo saprofito (Genero Rhizopus ssp), en las cuatro variedades las cuales son: Var. Turiza, Var. Criolla, Var. Fincaesquina y Var. Pairumani. Con respecto a las plántulas no se pudo evidenciar ninguna clase de síntomas y tampoco daños que fuesen causados por algún agente patógeno.
- De las cuatro variedades de haba que fueron estudiadas, todas cumplen con los requisitos de calidad exigidos en laboratorio establecido por las normas de certificación en actual vigencia en nuestro país, estos requisitos son: Humedad igual o inferior a 13%, Pureza igual o superior a 98% y germinación igual o superior a 80%. Las variedades que cumplen estos requisitos son: Pairumani, Turiza, Fincaesquina y Criolla, en síntesis la mejor variedad que cumplió con los tres requisitos y dio un porcentaje alto en lo que se refiere a la germinación fue la variedad Pairumani, en tanto que la variedad que dio un menor porcentaje en lo que refiere a la germinación pero está dentro de los límites permitidos por la norma esta variedad fue: Criolla.

CAPÍTULO VI

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los agricultores adquirir semillas que cumplan con los procesos de control, certificación y fiscalización, en todo caso que concuerden con las normas específicas de calidad establecidas por el INIAF para así obtener mayores rendimientos en la producción de semilla.
- Se recomienda a los productores de haba tomar en cuenta todas las variedades en estudio: Var. Turiza, Var. Criolla, Var. Fincaesquina y Var. Pairumani dado que cumplen los requisitos exigidos por la norma de calidad.
- Se recomienda a la intervención de entidades legalmente autorizadas, en los temas de control, certificación y fiscalización, en este caso al INIAF para promover la producción de semillas de alta calidad y evitar en lo posible la producción y comercialización de semillas de mala calidad que vendría a afectar la posterior cosecha en cuanto a los rendimientos.
- Se recomienda a los productores de semilla de haba tener más en cuenta en el almacenamiento, conservando dichas semillas en envases y dando las condiciones adecuadas para mantener al máximo la calidad de la semilla, teniendo en cuenta que los ambientes no tengan una excesiva humedad en el medio, para así evitar la proliferación de mohos en la semilla almacenada, se recomienda ambientes secos.
- Se recomienda a los agricultores que conozcan los parámetros de calidad para la producción de semilla de haba.
- Se recomienda capacitar a los agricultores en tecnología de semillas y procesos de certificación.
- Se recomienda al INIAF seguir con este tipo de investigaciones de semillas pero no solo en laboratorio sino también de su comportamiento en el terreno

del cultivo para luego de la germinación y emergencia evaluar aspectos como el vigor y otros.