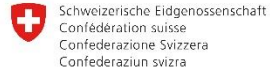




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y EXTENSIÓN
EN MECANIZACIÓN AGRÍCOLA - CIFEMA UMSS



Embajada de Suiza

Cooperación Suiza en Bolivia



PROYECTO:

Fortalecimiento de los sistemas agrícolas de producción de quinua mediante el desarrollo de tecnologías alternativas de prácticas agronómicas y de equipos mecánicos adecuados que mitiguen el efecto del cambio climático. PIA.ACC-PCT.12

2/2021 PIA.ACC II - QUINUA:

**INFORME TÉCNICO SOBRE CRITERIOS DE
PERFECCIONAMIENTO DE EQUIPO MECÁNICO.**

Cochabamba – Bolivia

Informe técnico parcial sobre criterios de perfeccionamiento de equipo mecánico

Los temas tratados en este informe corresponden a información obtenida a través de los talleres de profundización de la demanda tecnológica donde participaron los diferentes componentes del equipo de investigación, (informes de reuniones en *Anexo 1*) de donde se pueden rescatar los siguientes datos importantes para el desarrollo de los equipos mecánicos.

1. Consideraciones para definición de tipo de equipo para la preparación de suelos.

Durante la primera fase del proyecto se ha desarrollado un implemento para preparación de suelos que tenía 3 componentes importantes: rotura, desterronado y nivelado. Estos componentes eran necesarios y realizaban un trabajo óptimo en los suelos de la zona de aplicación que fue el altiplano central, donde el suelo presenta una consistencia dura con tendencia franca, y al momento de preparar la tierra era necesario sellar su superficie luego del arado.

Para esta nueva fase, se trabajará en una nueva zona de aplicación que es el altiplano sur y según mencionan los expertos, los suelos de esta zona son sueltos y con tendencia arenosa a lo cual se ha visto por conveniente no contar con todos los elementos, ya que el suelo no necesita ser sellado en su superficie, por lo que se determinó que el equipo para preparar suelos tendría que tener solo un componente importante que es la parte de arado.

Se menciona también que en la zona de altiplano sur existen muchos vientos lo que muchas veces provoca que los surcos que se han hecho en la preparación de suelos se pierdan, por lo que solicita también que los surcos del arado sean amplios.

Por otra parte, durante las reuniones se ha mencionado que el equipo para preparación de suelos que se desea desarrollar sea un implemento que realice arado vertical con labranza mínima, es decir que tenga el menor impacto al momento de romper el suelo, comúnmente se utiliza el arado de discos, pero este es muy dañino al hacer un volteo de suelo sumado además al daño por la erosión eólica.

Durante las reuniones de profundización también se han podido conocer los requerimientos para la preparación de los suelos, estos datos surgen a partir de estudios agronómicos para la producción de quinua y los estudios realizados en la fase I del proyecto.

1.1. Datos técnicos para preparación de suelos

De acuerdo a todos los datos y requerimientos mencionados anteriormente se han llevado a cabo diferentes reuniones del equipo técnico, llegando a las siguientes determinaciones para definición de un modelo del preparador de suelos:

- El preparador de suelos constará de un arado cincel que permite realizar la labranza vertical. Según especificaciones se debe contar con un surco más ancho por lo que se determina que es posible utilizar el modelo de cincel con aletas vertederas regulables.

Para cumplir con ambos requerimientos se determina optar por utilizar el modelo de arado que se ha utilizado en la surcadora de la sembradora de quinua de la primera fase del proyecto, este implemento nos permitirá cumplir con ambos trabajos y se deberá adecuar para que trabaje en la preparación de suelos, ver Figura 1.



Figura 1

- Según determinación agronómica la separación entre los surcos debe ser de 80 cm, este valor no será variable por lo que se pueden tener brazos de arado fijos.
- Ancho de remoción de suelo de 15 cm, pero es un valor pendiente a pruebas por lo que se determina que este valor será variable, esto será posible por medio de las aletas vertederas regulables.
- Profundidad de trabajo a 25 cm, este valor no es fijo y puede variar según las condiciones de la zona de trabajo por lo que los brazos de arado deben ser regulables para trabajar en un rango de profundidades.

2. Consideraciones para definición de tipo de abonadora

En las diferentes reuniones técnicas también se ha determinado que el aporte de abono se debe realizar en la época de preparación de suelos, según mencionan de los técnicos de la zona se sabe que se sigue este método en el altiplano sur, donde se aprovecha la humedad del suelo al momento de la roturación y se aplica el abono en su estado natural para que se descomponga hasta la época de siembra.

Siguiendo el trabajo tradicional de abonamiento, se propone que este trabajo se realice de manera mecanizada, es decir, que el equipo para preparación de suelos cuente con un sistema de incorporación de abono, pero de manera localizada, dentro de los surcos, aprovechando de mejor manera el abono que es escaso en estos tiempos.

Se conoce la abonadora con la que contaba el equipo en la primera fase, pero esta presenta ciertos inconvenientes en su trabajo: dificultad para cumplir con las condiciones de abono que requiere para su óptimo funcionamiento (granulometría y humedad), durante la operación se requiere de una persona que controle que no se formen los túneles y su capacidad de almacenamiento es muy pequeña provocando que se realicen cargas con mucha frecuencia durante el trabajo. Por tales motivos se espera que el nuevo equipo cuente con otros principios de funcionamiento para la incorporación de abono en el surco.

2.1. Datos técnicos para abonadora

Estos datos también se han determinado por medio de reuniones de equipo técnico, llegando a las siguientes determinaciones:

- Al conocer sobre las diferentes dificultades presentes en el sistema de tolva, se propone trabajar en el diseño de una abonadora de tipo chata que incorpore el abono en los surcos, un ejemplo de la forma inicial se puede ver en la *Figura 2*.
- El abono que se incorporará no tiene tratamiento previo, es decir, está en su estado natural con tamaños heterogéneos y humedad variable.
- Según mencionan los expertos en suelos, una relación de 5-6 m³/ha de abono incorporado ya tiene su aporte significativo dentro de las parcelas.



Figura 2

3. Consideraciones para la incorporación de escardillos

En las reuniones previas también se han hecho mención a que es importante tratar de controlar la aparición de malezas que afectan el desarrollo de los cultivos para lo que sería muy útil la incorporación de nuevos elementos como los escardillos.

Se ha mencionado también que uno de los momentos para tratarlas es en la preparación de suelos por lo que se propone que el equipo cuente con estos escardillos junto a los brazos de arado.

La incorporación de estos escardillos también contribuirá a tener un surco en forma “cuadrada” frente a la “triangular” tradicional, dando un espacio que dé mejores condiciones para el desarrollo de la planta y contribuyendo al mantenimiento de los surcos para el momento de la siembra, recordemos que la erosión eólica es un problema muy recurrente y se ha mencionado anteriormente que incluso llega a tapan los surcos si éstos son muy delgados.

3.1. Datos técnicos para escardillos

Para la adición de estos nuevos elementos se tienen los siguientes datos, todos obtenidos a través de reuniones de equipo técnico:

- Los escardillos pueden ser unos brazos tipo arado cincel; del modelo de la primera fase se cuenta con unas surcadoras secundarias las que pueden funcionar bien para realizar este trabajo, ver *Figura 3*.
- Después de su trabajo en el suelo deben dejar un surco removido de 30 cm de ancho.
- La profundidad está sujeta a confirmación por medio de pruebas por lo que debe ser regulable.



Figura 3

4. Características generales del equipo

Durante todas las reuniones se ha determinado que los equipos además de cumplir con los requerimientos técnicos deben cumplir los siguientes parámetros:

- De operación sencilla lo que facilita el proceso de asimilación y apropiación por parte de los beneficiarios.
- Que la tecnología innovada combine y respete los métodos tradicionales para que se asimile y acepte de mejor forma y el paso no sea tan grande sino de forma gradual.

- Con materiales de fácil acceso en el mercado local, factor importante tanto para la reducción de costos como la obtención de repuestos de ser necesarios.
- Acorde a las necesidades y condiciones de la zona, es decir, de tamaño mediano
- En la zona de aplicación se trabaja con implementos de 2 surcos y no es común el trabajo con implementos de 3 o más surcos.
- Con requerimientos de potencia que se adapten a los tractores disponibles en la zona que van de 85 a 110 Hp.

5. Modificaciones

En una primera etapa, se ha trabajado en función a los datos mencionados anteriormente, se han realizado los dibujos técnicos computarizados correspondientes, mismos que se muestran en el Documento del Rediseño de Equipo Mecánico, pero durante el desarrollo de este trabajo se han ido presentando diferentes situaciones en cuanto al diseño del nuevo modelo de equipo mecánico, estas consideraciones son:

5.1. Dimensiones aleta vertedera

Por medio de algunas pruebas preliminares se ha podido observar que las aletas vertederas de la surcadora principal que se había determinado en un inicio no trabajan de manera satisfactoria, durante los trabajos en campo se ha visto que el arado se realiza a cierta profundidad especificada y debido a que la estructura del suelo es más suelta y se derrumba más fácilmente una cantidad de tierra se pasa por encima de la aleta y vuelve a ingresar al surco.

Por tal motivo se ha determinado aumentar la altura de las aletas vertederas, inicialmente el cambio se ha realizado mediante un aumento improvisado de algunas piezas que luego se han probado nuevamente y se han obtenido mejores

resultados, por lo que se determina que esa modificación debe estar presente en el nuevo diseño, quedando de esta forma el modelo como se muestra en la *Figura 4*

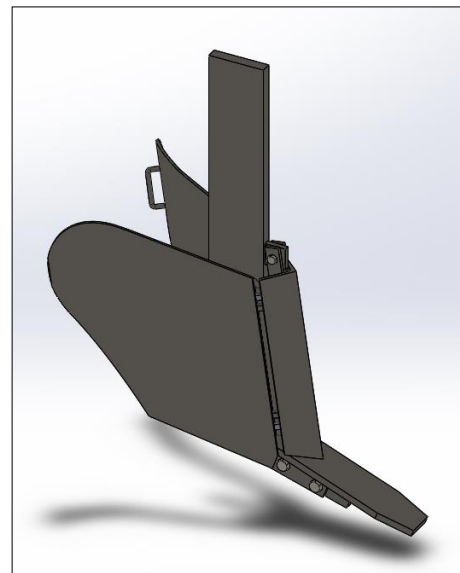


Figura 4

5.2. Diseño de abonadora tipo chata

Como se había mencionado, inicialmente, desde la parte mecánica se ha empezado con el diseño de una chata donde el trabajo que realice se asemeje a una abonadora cuya fuente de potencia es la toma de fuerza del tractor, ver *Figura 5*)



Figura 5

Dada la complejidad de este equipo se procedió al diseño de una máquina que haga el mismo trabajo, el de remover y distribuir el abono, pero por la fuente de potencia será por medio de ruedas de arrastre y transporte ubicadas en el implemento, el modelo inicial se muestra en la *Figura 6*.

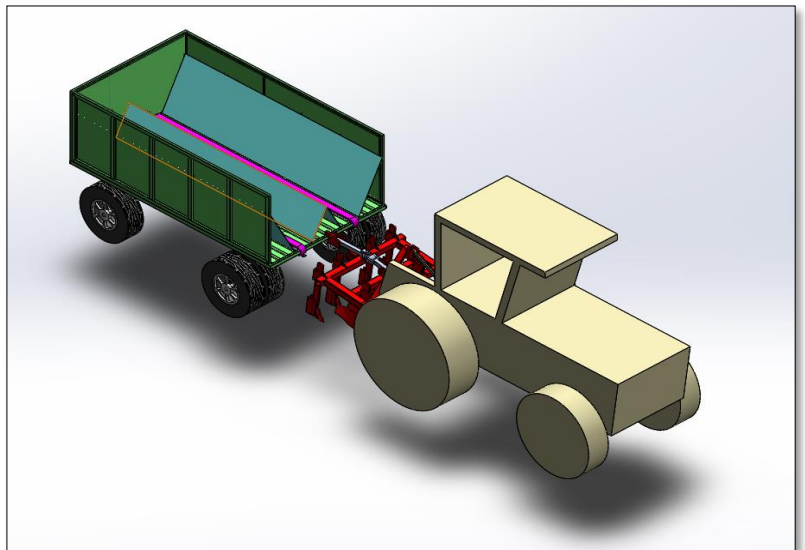
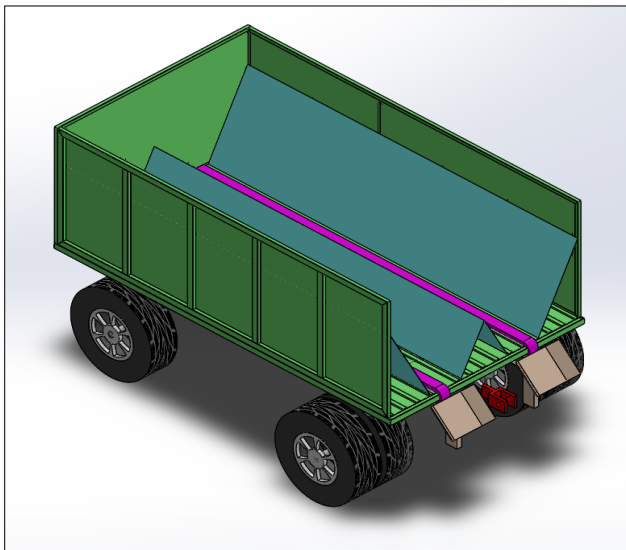


Figura 6

Una vez determinada la forma, durante las simulaciones de diseño se han presentado diferentes dificultades en la parte del enganche de la chata con el implemento que se mencionan a continuación:

- Determinar los elementos constitutivos del enganche a través de pasadores o elementos articulados fue complicado ya que este conjunto de elementos debe permitir tener una tolerancia de movimiento tanto al momento de elevar solo el implemento del arado sin que la chata se eleve (ver *Figura 7*); como en los giros, permitiendo que la chata gire correctamente sin que haya interferencia con el arado y sus ruedas no se arrastren de forma lateral (ver *Figura 8*).

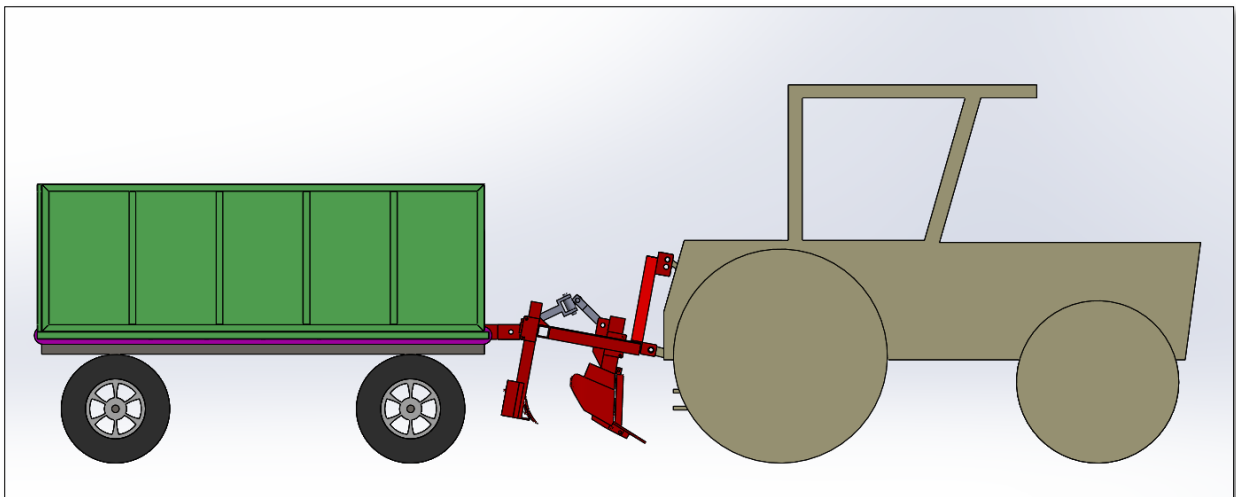


Figura 8

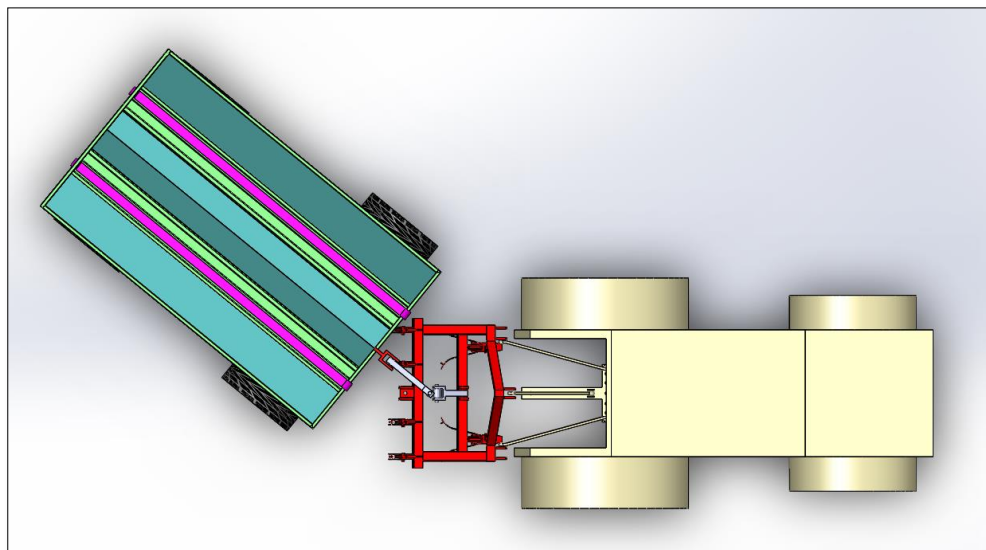


Figura 7

- Otro de los elementos donde se han presentado algunos inconvenientes de diseño fue en la distribución del abono; si bien se pudo avanzar en el diseño de los elementos que transportan el abono fue difícil concretar una idea en cuanto a la dosificación del mismo siendo este un punto clave dentro de la incorporación de abono en los surcos.
- Una de las desventajas también presente en el diseño de la chata fue el peso del equipo completo, al incorporar todo un conjunto nuevo al implemento de arado se vio que éste aumentaba significativamente el peso total que debería ser arrastrado por el tractor, es decir, se estaría aumentando la solicitud de potencia.
- En general, si bien se pudieron tener diferentes ideas sobre estos mecanismos fue difícil combinar la funcionalidad con la facilidad y factibilidad de operación y construcción, lo que nos llevó a analizar, a través de reuniones técnicas con todo el equipo de trabajo, una nueva alternativa que satisfaga los requerimientos planteados para el diseño de este nuevo equipo.

5.3. Diseño de abonadora tipo tolva

Durante las reuniones se han ido planteando nuevas alternativas, empezamos por mencionar que el proyecto presente es de continuidad a una fase 1 donde ya se han desarrollado equipos para la preparación de suelos y siembra de quinua, si bien la zona de aplicación ha cambiado y los métodos de cultivo también son diferentes los equipos ya trabajados se pueden adaptar a los nuevos requerimientos sin tener que trabajar en nuevos diseños.

Se pretende volver y reajustar el modelo inicial de la fase 1 del proyecto, una abonadora que consta de una tolva montada, ver *Figura 9*.

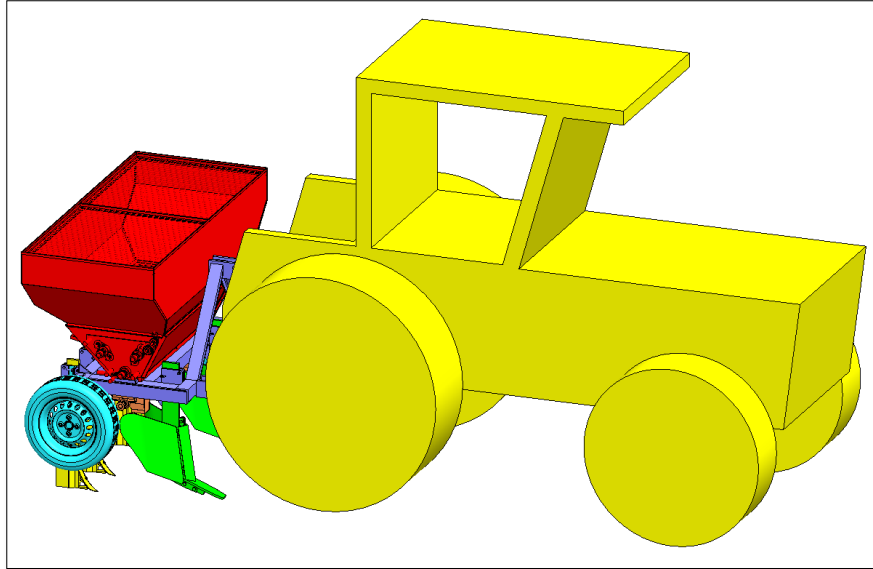


Figura 9

Para afrontar las dificultades presentes en la abonadora del equipo de la fase 1, primero se han considerado aquellos puntos donde ha presentado algún tipo de falla y en los que se puedan incluir mejoras.

En primer lugar, es importante recordar que por resolución del equipo de investigación y al ser una nueva fase de proyecto, se ha determinado que el método de cultivo de quinua propuesto constará de dos partes:

- a) Preparación de suelos con incorporación de abono de forma localizada en el surco.
- b) Siembra de quinua por sitio, en los surcos preparados.

Al haber determinado este método, se ponen a consideración diferentes puntos que serán definitivos para el ajuste y rediseño de la abonadora tipo tolva:

- i. Partimos del dato de que el abono que se va a incorporar tiene diferentes condiciones tanto físicas en cuanto a su estructura como agronómicas en cuanto al estado de humedad y su aporte de materia orgánica, por tal motivo, el equipo mecánico ahora debe poder trabajar con abono en estas condiciones, que en este caso presenta un estado no tan descompuesto, con poca humedad y además más granulado.

Además, cabe aclarar que al presentarse este cambio en el estado del abono es importante mencionar que este mismo estado será una condición para el óptimo funcionamiento del equipo ya que el nuevo diseño estará ajustado a ese estado del abono.

- ii. El modelo de la fase 1, al igual que la nueva propuesta, tiene 2 surcos, pero su tolva abonadora contiene muy poca cantidad de abono lo que provoca que se realicen cargas muy frecuentes, se espera que el nuevo modelo pueda tener mayor autonomía de trabajo, teniendo mayor volumen de carga lo que significa tener mayor tiempo de trabajo y menor cantidad de tiempo perdido en cargas de abono, (ver *Figura 10*).

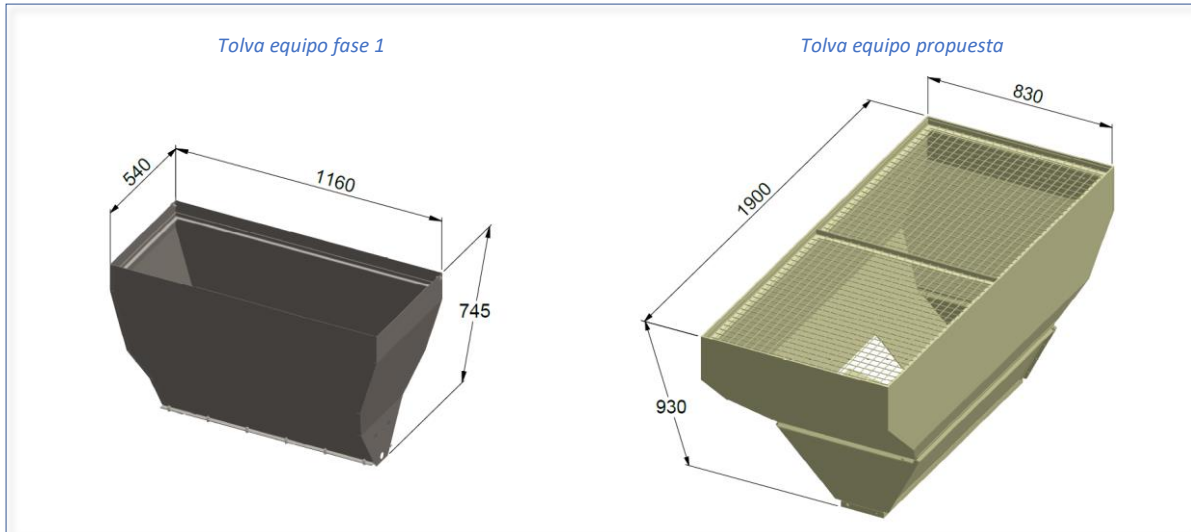


Figura 10

- iii. Durante las pruebas, se ha visto que al momento de revisar algún detalle dentro de la tolva abonadora era incómodo el acceso al fondo de ésta al ser un elemento de una sola pieza, por ese motivo se decidió hacer la tolva desmontable en 3 partes y además contar con una “ventana” que permita tener acceso a los elementos internos de la tolva, como se muestra en la *Figura 11*.

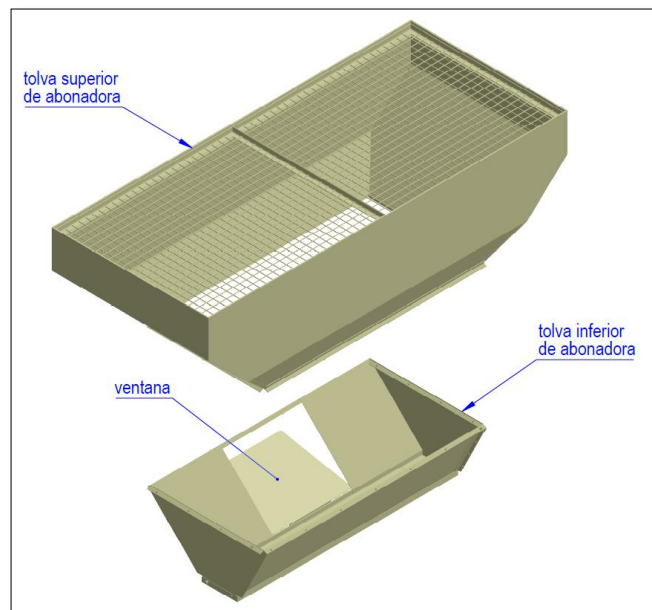


Figura 11

- iv. También en las pruebas de la tolva abonadora fase 1 se ha visto que, durante el trabajo, el abono tiende a compactar y crear los túneles por lo que se ha previsto conservar los elementos que remueven el abono en el interior (gusano y agitadores) y mejorar los ángulos de caída de las paredes, como se muestra en la *Figura 12*.

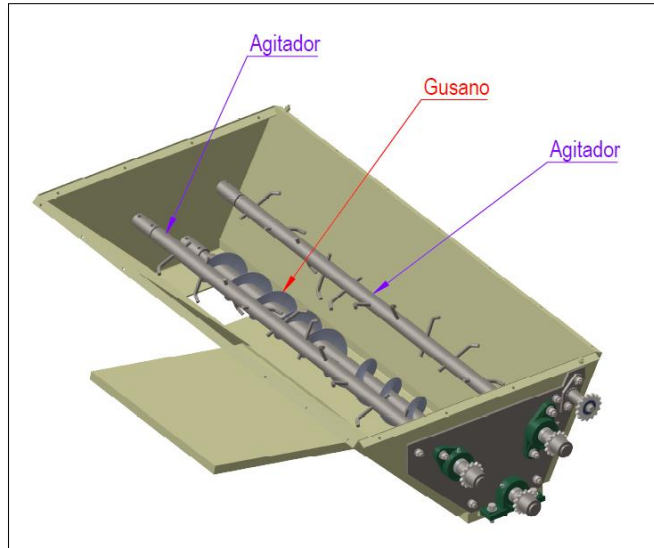


Figura 12

Para mover este conjunto de elementos se tiene como componente motriz a las ruedas con las que cuenta el equipo mecánico y una serie de elementos conducidos para cada agitador y el gusano de transporte.

- v. Para garantizar de mejor manera el derramado del abono en el surco, se ha agregado un conjunto de elementos que constituyen el dosificador de abono, que consiste en unos recipientes pequeños que contienen abono proveniente de la tolva abonadora y por medio de un rotor van entregando en la cantidad solicitada y de manera constante el abono dirigido hacia los surcos, como se muestra en la *Figura 13*. Al igual que los elementos para remoción de abono dentro de la tolva abonadora, este conjunto de elementos también tiene como componente motriz las ruedas y sus propios elementos conducidos.

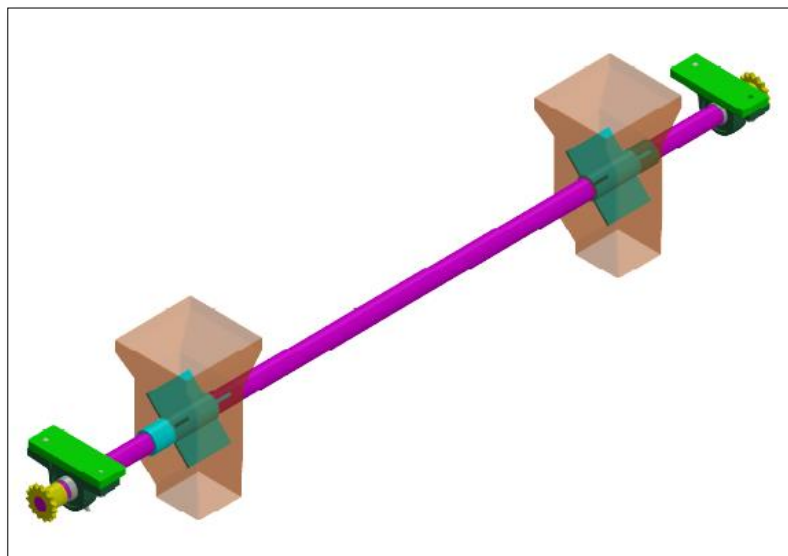


Figura 13

- Por último, también se consideró que, al aumentar el conjunto de elementos del dosificador de abono, las ruedas que antes se utilizaban (ruedas de automóvil) no serían suficientes para ejercer el trabajo motriz por lo que se ha agregado también ruedas metálicas que ayuden durante al incrustarse de mejor manera al suelo y ejercer mayor tracción, la adición de estas ruedas se puede ver en la *Figura 14*.

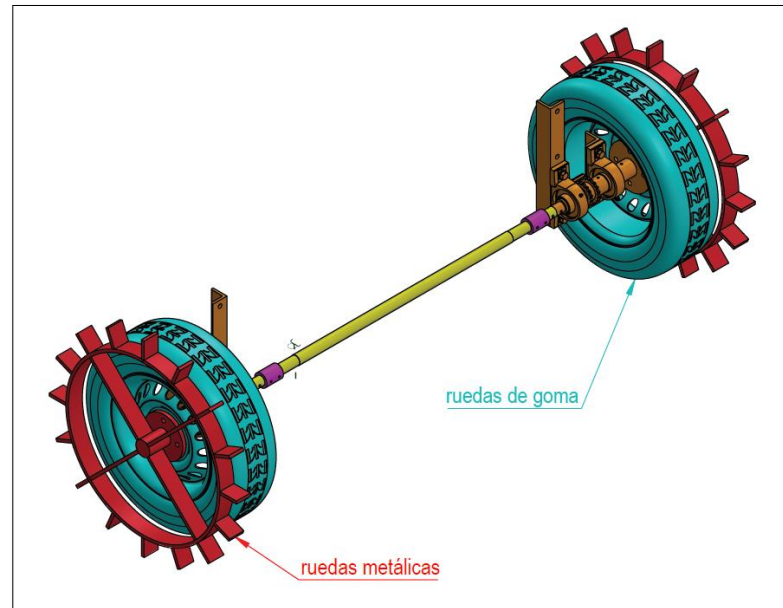


Figura 14

6. Conclusiones

Para terminar con esta etapa y a modo de resumen, a continuación, se muestra una lista de todos los datos con los que el equipo debe contar:

- Equipo múltiple y ajustable para utilizarlo como preparador de suelos con incorporación de abono y como sembradora de quinua.
- Fuente de potencia: Tractor de mínimo 90 [Hp]
- Distancia entre surcos: 0.8 [m] = 80 [cm].
- Profundidad máxima de surco: 25 [cm].
- Una surcadora principal y 2 surcadoras secundarias (escardillos) a distancias de 15 [cm] desde el centro de la principal.
- Surcadoras fijas en el sentido del ancho entre surcos (horizontalmente) pero graduables en la profundidad (verticalmente).

- Abono orgánico con humedad variable pero que no exceda el 80%.
- Abono orgánico cernido a tamaños no mayores a 32 [mm].
- Dosificación de abono orgánico de 5 - 6 [m³/ha] = 0.40 - 0.48 [l/m].
- Surcadoras principales con aletas vertederas con ancho regulable hasta 380 [mm].
- Rejas de surcadora principal de pletina plana.
- Rejas de las surcadoras secundarias (escardillos) curvas.

Con todas estas consideraciones se procedió al diseño del equipo en formato CAD para luego obtener los planos de construcción que pasarán a taller para empezar con esa nueva etapa del proyecto.

7. Reajustes de criterios técnico-mecánicos.

Durante el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, dentro de las reuniones con el equipo técnico de trabajo han surgido algunas opiniones para tomar en cuenta para el diseño de la máquina.

En la primera fase del proyecto se había trabajado en un método de cultivo donde se trabaja, en una primera etapa la preparación de suelos y luego, en la segunda etapa se hace la siembra, pero junto a la incorporación de abono orgánico, según comentan los expertos de, este método es común en la zona del altiplano central.

En esta fase de proyecto se había pensado en trabajar en un método diferente, según se acostumbra trabajar en el altiplano sur donde, en primera etapa se hace la preparación de suelos con incorporación de suelos para que luego en la segunda etapa se siembre.

Como se puede ver ambos métodos difieren en la etapa de la incorporación de abono, si bien se había pensado y diseñado el equipo para que éste incorpore abono en la preparación de suelos, también se ha visto por conveniente tener la otra opción de método también disponible, es decir que también se trabaje con la incorporación de abono al mismo tiempo de la siembra.

Por tal motivo se han hecho algunas modificaciones en cuanto al diseño, mismas que se detallan a continuación:

- En primera instancia, la posición de la tolva abonadora no suponía mayores cuidados que no haya interferencia con el enganche de 3 puntos o con las surcadoras principales, ver *Figura 15* (las partes señaladas aparecen en círculos negros)

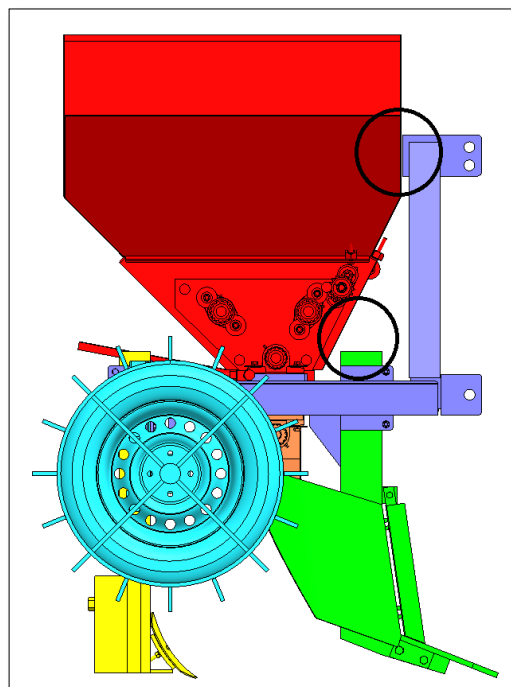


Figura 15

- Los escardillos (surcadoras secundarias) deben trabajar también como surcadoras para depositar la semilla, al ser intercambiables de posición éstas deben tener dimensiones que no interfieran con la tolva, en este caso, se debe posicionar la tolva de abono de manera que además de que no interfiera con el enganche 3 puntos y la surcadora principal, ahora tampoco debe topar con las surcadoras secundarias para siembra.

En la *Figura 16* con círculos negros se resalta lo mencionado además de que se muestra las dos diferentes posiciones de las surcadoras secundarias (amarillo para preparación de suelos y rosa para siembra).

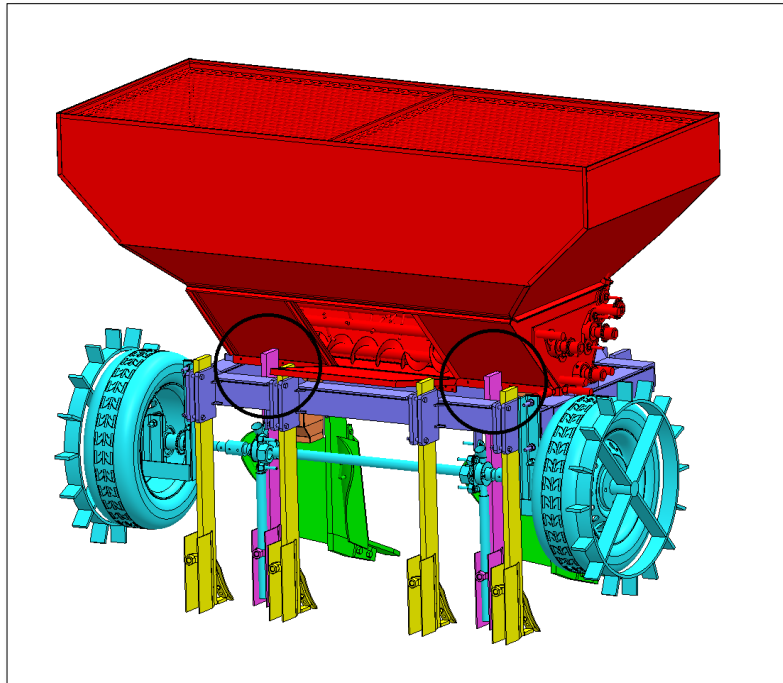


Figura 16

- Las tolvas de semilla también se deben posicionar de manera que no interfieran con ninguno de los elementos, con el primer método de trabajo, estas tolvas de semilla se utilizaban solo en la siembra, es decir sin incorporación de abono, de esta manera las tolvas pequeñas no interferían en ningún lugar. Con la añadidura de este nuevo método de abonamiento con siembra, ahora es necesario que tanto las tolvas de semilla como la tolva de abono trabajen al mismo tiempo, por eso se ha tenido que reorganizar las posiciones de manera que todo pueda trabajar sin interposición.

En la *Figura 17* se puede ver la posición de las tolvas de semilla (verde claro), donde la condición que si se debe cumplir es que la salida de estas tolvas se dirija hacia los rotores de semilla en el eje principal de las ruedas motrices (celeste) y que vaya detrás de las surcadoras secundarias para siembra (rosa).

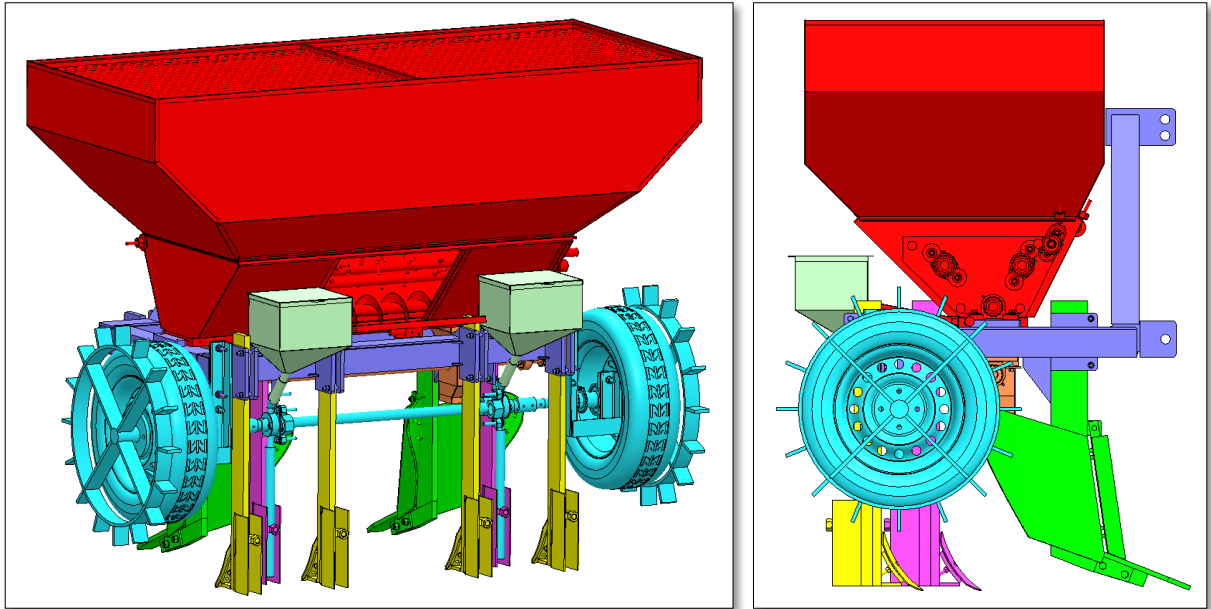


Figura 17

- Otro de los aspectos a considerar para la adición de este nuevo método es el estado del abono, si éste se va a incorporar junto a la semilla debe tener un estado diferente, según mencionan los expertos, el abono se va a incorporar con la semilla debe estar descompuesto ya que si está en estado “fresco” puede dañar y perjudicar la emergencia de la semilla. Esta situación se ha visto durante la primera fase del proyecto por lo que la recomendación es que el equipo trabaje con el abono en ese estado, esta condición si fue tomada en cuenta para el nuevo diseño, donde se puede ver que los elementos componentes de este conjunto estarán elaborados para cumplir con estas condiciones.

De esa manera se procedieron con los ajustes necesarios para satisfacer estos nuevos requerimientos, y la información de los ajustes se ve reflejado en los documentos que se dirigen a taller para su posterior construcción.

8. Ajustes en equipo múltiple

Después de realizadas las pruebas en campo, junto a los productores se vieron algunos detalles en los que se pueda trabajar para ajustar el equipo. Estos ajustes se detallan a continuación:

8.1. Reducción brazos de surcadoras

Tanto en la surcadora principal como en las surcadoras secundarias, se han realizado diferentes cortes que les permitan la mejor regulación de profundidad. Se acortó la longitud de los brazos y se realizó un chaflanado a objeto de reducir su interferencia con la tolva de abono. Estos cambios se pueden ver en la *Figura 17: i) surcadora principal, ii) surcadora secundaria para preparación (escardillos) y iii) surcadora secundaria para siembra.*

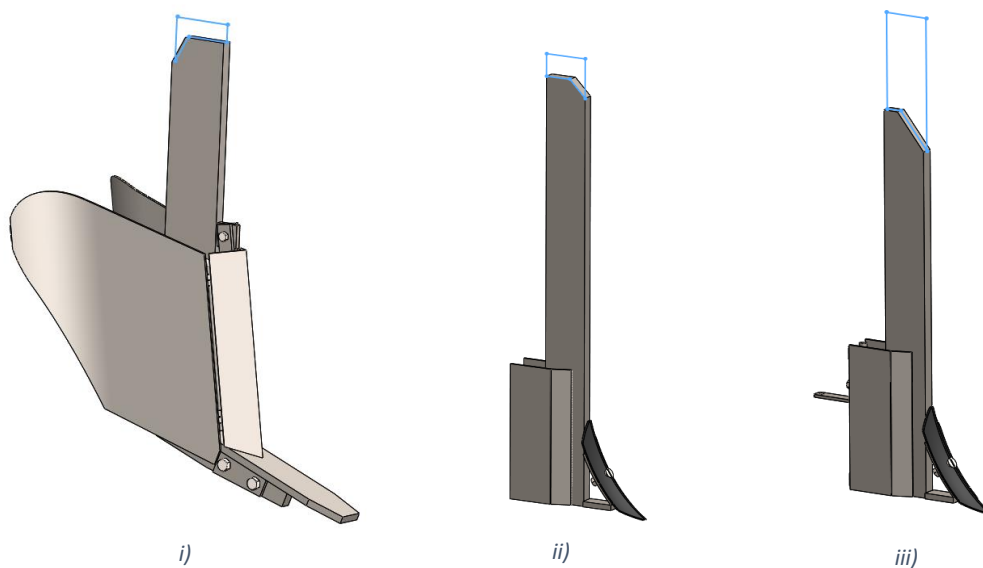


Figura 17

8.2. Aletas en surcadora secundaria para siembra

Según la opinión de algunos de los productores y haciendo una comparación con el sistema que ellos conocen y utilizan para la siembra sugieren que las surcadoras secundarias de siembra también tengan aletas regulables, con el fin de poder variar el ancho de superficie que remueve cuando se está trabajando.

Cumpliendo con esos requerimientos se procedió a la implementación de las aletas regulables, en la *Figura 18* se muestra la surcadora secundaria con los elementos agregados.

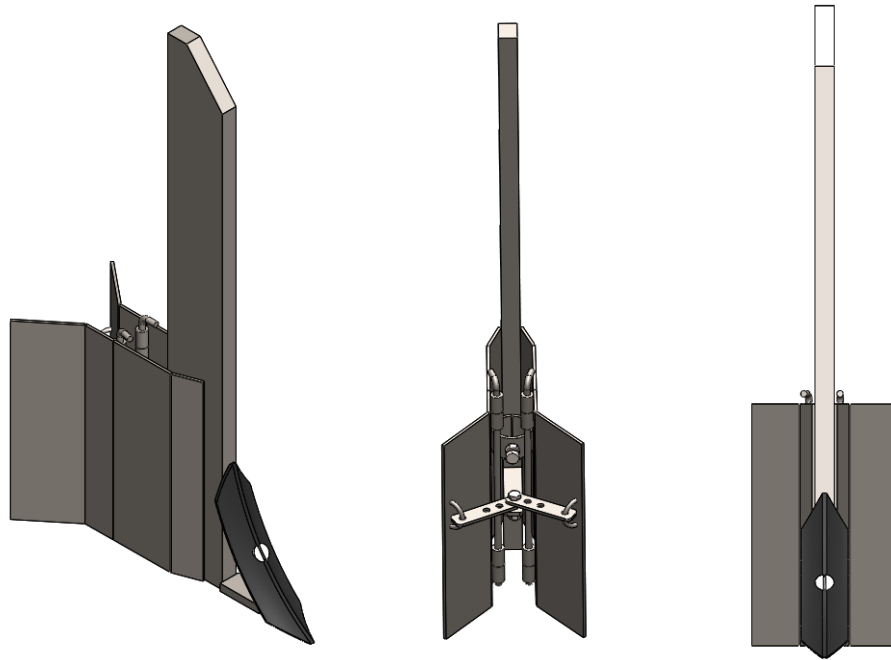


Figura 18

8.3. Elementos adicionales

Luego de realizadas las pruebas en campo y junto a los aportes de los productores también se tienen algunas sugerencias de la incorporación de algunos elementos que puedan ayudar al mejor funcionamiento del equipo múltiple, estos elementos son:

- **Tesador de cadena:** Durante el trabajo, en algunos momentos se ha visto que la cadena que conecta rueda motriz – agitadores – transportador helicoidal – dosificador de abono, tiende a “saltar”, esta situación puede deberse al esfuerzo que se genera cuando se trabaja a plena carga de tolva de abono, entonces con la incorporación de este elemento se pretende reducir ese salto y que el equipo trabaje mejor.
- **Protector de cadena:** Durante el trabajo también se ha visto que al girar las ruedas metálicas y por el sentido de avance, éstas van lanzando tierra hacia el equipo, esta tierra que se genera llega en su mayoría hacia las cadenas lo que podría ocasionar una disminución en su vida útil.
- Durante las pruebas de preparación de suelos también se propuso que el equipo tenga elementos que ayuden a la eliminación de yerbas cerca a los surcos, por esta razón se pondrá a consideración la adición de estas piezas que puedan ayudar a mejorar las labores campo.

Todas estas sugerencias están en función a un nuevo estudio para definir si realmente son necesarios. Considerar también que todo ajuste siempre estará adecuado a las condiciones del lugar de trabajo.

**PROYECTO DE CONTINUIDAD SOBRE EQUIPOS MECÁNICOS PARA PREPARACIÓN
DE SUELOS Y SIEMBRA DE QUINUA – DICyT PIAACC**

PRIMERA REUNIÓN DE COORDINACIÓN Y SOCIALIZACIÓN ENTRE INVESTIGADORES.

Fecha:

12 de enero de 2021

Lugar:

Reunión vía Google Meet

Participantes:

- Alejandro Bonifacio (AB)
- Juvenal Hurtado (JH)
- Leonardo Zambrana (LZ)
- Porfirio Gamez (PG)
- Mario Huanca (MH)
- Adriana Flores (AF)

Resumen de ideas planteadas

- Diferencias entre sistema productivo de quinua entre las zonas de altiplano sur y altiplano central:

Característica	Altiplano sur	Altiplano central
Tipo de suelo	Suelto con tendencia arenosa	Mas duro con tendencia franca
Época de preparación de suelo	Febrero, con abonamiento	Marzo
Época de siembra	Septiembre	Octubre, con abonamiento
Equipo para preparación	- Arado de disco - Kolliri	Arado actisol
Equipo para siembra	- Satiri - Satiri modificada	- Satiri - Sembradora CIFEMA

- Por las características del suelo de altiplano central, el arado “actisol” con sus 3 componentes de trabajo (rotura, desterronado, nivelado) tiene un trabajo óptimo porque se logra arar la tierra y dejarla sellada; en el caso de los suelos de altiplano sur estas 3 etapas ya no son necesarias porque no se necesita sellar el suelo.
- Las principales zonas productoras de quinua son: Irpani, Pilca, Salinas, Intersalar
- El trabajo con el arado de discos es muy utilizado en la zona de altiplano sur pero este implemento es muy dañino para el suelo al tener una estructura más suave y esto se suma la erosión eólica.
- Se busca desarrollar un arado vertical con labranza mínima con abonadora y una sembradora que aproveche los mismos surcos de la preparación.
- Una de las técnicas utilizadas en altiplano sur es hacer el rompimiento vertical con el Kolliri que tiene solo rejas, aprovechar el estado húmedo del suelo para dejar el abono y que éste se descomponga hasta la época de siembra. Pero esta técnica no supera el rendimiento tradicional que llega a 600-700 Kg.
- En Pilca se tienen dos formas de siembra: cuando el terreno está en pendiente se siembra en hoyos y cuando el terreno es llano se trabaja con el Kolliri para preparar junto a abonado y la siembra en surcos.
- La actual sembradora CIFEMA presenta algunas complicaciones en la operación porque manejar y controlar el estado del abono es muy difícil además que se requiere que el abono tenga un molido previo, una persona pendiente de mover para evitar apelmazamiento o túneles y la capacidad es muy pequeña por lo que se tiene que cargar después de periodos cortos de tiempo; por todo ello se requiere trabajar sobre otros principios de abonado que permitan un trabajo más sencillo, analizar la incorporación de equipos ya conocidos.
- Una propuesta de equipo es la incorporación de una chata conectada al eje toma de fuerza del tractor, esta chata mueve el abono hacia los surcos ya abiertos y los distribuye de una manera más sencilla porque el estado del abono no es determinante (tamaño y humedad).
- Por las condiciones de la zona de altiplano sur y los fuertes vientos hay gente que siembra hasta 4 veces porque la semilla se entierra, pero ese trabajo hace que el suelo se remueva demasiado y se dañe su estructura, por ese motivo se busca que la producción de quinua sea sostenible para mejorar las condiciones del lugar de trabajo porque ya no se puede extender.

En una presentación, Alejandro Bonifacio mostraba los daños que producen los vientos como el enterramiento de la semilla, los daños a las plantas semejantes a una granizada;

también mostró las medidas de contención como tapar las plantas con pajitas o sembrar también leguminosas como barrera para proteger las plantas de quinua.

- Otro problema que también está presente en la producción de quinua es la maleza presente al momento de la siembra, por lo que se deben adaptar los equipos para eliminarlas. La cantidad de maleza depende del tiempo que ha pasado entre siembras, un dato aproximado es que después de 2 años se tiene hasta 50%.
- Una opción es la incorporación de pata de ganso a una profundidad de 8-10 cm para romper la maleza en la época de arado.
- Según un productor que utiliza el Kolliri y la Satiri modificada dice que la incorporación de abono en la siembra no funciona.

Conclusiones.

- Equipo para labranza vertical de labranza mínima con;
 - Distancia de 90 cm entre surcos.
 - Abonamiento al momento de la labranza en los surcos, con un leve tapado al abono evitando que se quede a la intemperie.
 - Ancho de remoción de 15 cm
 - Profundidad de trabajo de 25 cm
- Alejandro Bonifacio se compromete a dar datos sobre las personas que serán contacto en Sevaruyo además de conocer la zona de aplicación. Dice que hay un productor que trabaja y maneja bien la remoción de malezas y con el que se podría trabajar también como apoyo y obtener datos de conocimiento local.
- Alejandro Bonifacio también dará el contacto de Milton Villca que es un productor de la zona de Chacala que además contactará con el constructor de su equipo y además su operador.
- Propuesta de viaje, sujeta a confirmación, lunes 18 de enero de 2021 a Sevaruyo aprox. Hrs 11:00 con objetivos: Conocer el lugar de aplicación y contactar con productores del lugar, luego ir hacia Chacala para conocer el cambio del tipo de suelo, su forma de trabajo y conocer el equipo y la forma de trabajo del Milton Villca.

PROYECTO DE CONTINUIDAD SOBRE EQUIPOS MECÁNICOS PARA PREPARACIÓN DE SUELOS Y SIEMBRA DE QUINUA – DICyT PIAACC

SEGUNDA REUNIÓN DE INVESTIGADORES PARA DEFINICIONES SOBRE EQUIPOS

Fecha:

19 de enero de 2021.

Lugar:

Reunión vía Google Meet.

Participantes:

- Leonardo Zambrana (LZ)
- Porfirio Gamez (PG)
- Mario Huanca (MH)
- Marco Gutierrez (MG)
- Carmen Soto (CS)
- Adriana Flores (AF)
- Alejandro Bonifacio (AB)
- Juvenal Hurtado (JH)
- Milton Villca (MV)
- Emigdio Céspedes (EC)

Resumen de ideas planteadas

- Según las características de los suelos de la zona, éstos no presentan charcos cuando llueve porque existe mayor infiltración.
- El trabajo que se puede ver en el lugar es con implementos de 2 surcos y son pocas las personas que trabajan con 3 surcos.
- Los tractores con los que se trabaja en el lugar tienen potencias que van de 85 a 110 Hp.
- Se pretende trabajar con una distancia entre centro de surcos de 80 cm, a una profundidad de trabajo que vaya de 25 a 30 cm.
- Se debe remover 40 cm de ancho, dejando de esta forma 40 cm que quedarían sin trabajar.

- Se sugiere que para remover las malezas se pueda trabajar con escardillos sobre la superficie no tocada y que trabajen a una profundidad más superficial de forma regulable de 5 a 10 cm.
- *La idea de los escardillos se puede tomar para el manejo de las malezas pero también hay que hacer notar que al momento de la siembra no se encuentran malezas por lo que no es necesario los escardillos para eliminarlas al momento de la preparación.*
- *AB muestra una imagen de la siembra de cebada que se ha realiza utilizando una sembradora de quinua a distancia de 90 cm entre surcos, se puede ver que la cebada ya ha germinado, pero también se ven algunas malezas que según menciona son las que han salido después de la siembra. (pendiente a confirmación porque es posible que la idea no se haya comprendido correctamente)*
- AB dice que tradicionalmente se pone abono por toda la parcela y luego se prepara con el disco de forma que todo se remueve y se entierre a la profundidad de corte. Además, en la zona, el estiércol es escaso pero su manejo en cuanto a la humedad y descomposición puede ser un trabajo para después, una capacitación que puede ir después.
- EC recomienda que para esas zonas donde el suelo cuenta con poca materia orgánica se deberían aplicar por lo menos 20 t/ha.
- JH sugiere que el estiércol pueda depositarse a más de 15 cm de profundidad donde se pueda encontrar humedad ya que en la zona, con los suelos arenosos, esta humedad se pierde más rápido; sugiere que si el abono va al fondo del surco abierto, a la profundidad de las rejas estaría más recomendado.
- JH dice que en la zona, los productores compran el estiércol y lo dejan en sus parcelas y luego lo distribuyen por toda la extensión, la cantidad aplicada es la que tengan o consigan en el momento.
- MV indica que algunos productores de la zona adquieren el abono y lo descomponen antes de llevarlo al campo y distribuirlo por todo el terreno de manera tradicional, porque si no lo manejan de esa forma conlleva a otros problemas como la aparición de otras malezas que se encuentran en el abono no descompuesto, el lo describe como sembrar maleza.
- MV dice que la cantidad aproximada de abono que se utiliza es de 5 m³/h y que esta distribución ha dado buenos resultados porque se han comparado entre 2 parcelas donde a una se ha incorporado y a la otra no y la diferencia en la producción si se ha notado a pesar de que ha habido una granizada que dañó algunas plantas.

- MV dice que el abono que se utiliza en la zona es en su mayoría de estiércol de llama, pero también se puede conseguir de oveja, lo que no se encuentra es estiércol de bovinos o gallinaza.
- MV En cuanto al manejo del abono, cada familia trabaja con el estiércol que producen sus animales, al ser un trabajo pesado los que se encargan de preparar o recoger son los hijos con el padre, las mujeres intervienen más cuando se tiene que esparcir en el terreno, generalmente se deja para los varones el trabajo de cargar.
- MV Las parcelas que se trabajan en la zona en promedio miden entre 30 y 50 hectáreas, con 600 a 700 m lineales, por la zona de Chacala también se pueden encontrar parcelas de 6 o 7 hectáreas, pero un solo productor puede tener varias.
- MV Sobre los equipos que trabajan en el lugar dice que hay sembradoras de 2 y 4 surcos y trabajan a distancias de 80 a 90 cm y será un reto que se adapten maquinas de 3 surcos pero que si funcionan es probable que los agricultores las acepten.
- MV cuenta que ha visto que en Sevaruyo se ha trabajado con equipos de 2 y 4 surcos y que en según calcularon el equipo de 4 surcos ha realizado el trabajo en la mitad del tiempo.
- MV dice que en Uyuni no hay visto equipos de mas de 2 surcos.

Conclusiones.

- Equipo para labranza vertical de labranza mínima con:
 - 3 surcos
 - Distancia de 80 entre surcos.
 - Profundidad de trabajo de 25 cm.
 - Ancho de surco de 40 cm.
 - Escardillos pie de ganso.
 - Profundidad de escardillo 5 – 10 cm.
 - Abono localizado 5 m³/h
- Milton Villca se compromete a mandar fotos de sembradora una sembradora regulable de 2 y 4 surcos que ha visto trabajar en ambas formas.

PROYECTO DE CONTINUIDAD SOBRE EQUIPOS MECÁNICOS PARA PREPARACIÓN DE SUELOS Y SIEMBRA DE QUINUA – DICyT PIAACC

TERCERA REUNIÓN DE INVESTIGADORES

Fecha:

14 de abril de 2021.

Lugar:

Reunión vía Google Meet (convocatoria a través de grupo de whatsapp)

Participantes:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| - Leonardo Zambrana (LZ) | - Alejandro Bonifacio (AB) |
| - Porfirio Gamez (PG) | - Juvenal Hurtado (JH) |
| - Mario Huanca (MH) | - Emigdio Céspedes (EC) |
| - Carmen Soto (CS) | - Alex Corani (AC) |
| - Adriana Flores (AF) | - Luis Quintanilla (LQ) |

Apuntes de ideas planteadas

- La reunión empezó saludando a los presentes y Alejandro se disculpó porque no le era posible quedarse por mucho tiempo debido a otro compromiso que tenía.
- Se les comentó sobre los cambios que tendrá el proyecto, de manera específica los cambios del diseño mecánico de la máquina, sobre la decisión de suspender el diseño y construcción de una chata y más bien centrarnos en mejorar lo que actualmente tenemos (tolva montada) pero tomando en cuenta dos aspectos importantes: aumentar la capacidad y ajustar el sistema de dosificación para garantizar el derramado constante de abono orgánico en el surco. Además, que se consideró el cambio por factores como el corto tiempo que dura el proyecto y el presupuesto limitado con el que contamos.
- Respecto a ese cambio Alejandro mencionó que le parece una decisión acertada por considerarse ahora un equipo replicable y escalable.
- Por otra parte, también se le consultó a Alejandro si es posible que él pueda ayudarnos dando información sobre el circuito que sigue el abono en la zona altiplano sur: como hacen el manejo los agricultores, cuántos se dedican a esa actividad, en qué épocas se recoge y

el estado del abono cuando lo recolectan. Él dijo que cuenta con esa información y lo enviará y coordinará con Leonardo.

- Luego ya contamos también con la presencia de Juvenal y Emigdio, quien aprovechó para presentar a Luis Quintanilla quien participará en el proyecto como tesista de agronomía del área de abonos, trabajará de forma coordinada con él y Leonardo y también será el responsable del pequeño puesto de tratamiento de abono que se desea instalar en CIFEMA. Se espera que el trabajo final de Luis tenga como resultado, por decirlo de manera sencilla “así se hace” en cuanto a todo el tratamiento y manejo del abono.
- Ya centrándose en el tema de abonos, habiendo decidido instalar el puesto de tratamiento en CIFEMA, Leonardo comenta que uno de los objetivos del proyecto es el empoderamiento y la apropiación de la tecnología por parte de los agricultores y para eso sería importante y útil poder instalar también un puesto en la zona de altiplano sur para que cuenten con un abono que esté preparado y pretratado a las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de la máquina. En este punto Alejandro comenta que la idea está bien, pero hay que madurarla o plantearla de manera organizada debido a que los agricultores no tienen tiempo, pero sería bueno poder tener todo un procedimiento de manera que se pueda adaptar a sus actividades normales. Emigdio también manifiesta que el propósito y objetivo de la instalación de este puesto de tratamiento es capacitar sobre el manejo del abono y conseguir un material en condiciones para el funcionamiento óptimo de la máquina.
- Emigdio comenta que ha estado trabajando en conjunto con Leonardo y Luis en el puesto y las actividades que se van a realizar y además menciona que está en contacto con otra persona con experiencia en abonos: Noel Ortuño quien trabaja en PROINPA.
- Emigdio comentó que en conversación con Noel tienen conocimiento de que en la Facultad de Agronomía se ha desarrollado un activador para la descomposición del abono, que además de ser bueno es de bajo costo, por lo que sería bueno que se pueda utilizar tanto para los ensayos en el puesto de tratamiento de abono en CIFEMA como en la zona de aplicación del proyecto como parte de la capacitación a los agricultores.
- Emigdio menciona que es importante capacitar a los agricultores para que manejen su abono porque el manejo que realizan es deficiente, por mencionar algunos ejemplos: en épocas de lluvias lo dejan desprotegido provocando que los nutrientes se pierdan escurridos en el agua, tampoco agregan celulosa que se encuentra en materiales secos como el rastrojo que ayudaría a la humidificación. El resultado de este mal manejo es tener un abono con muchos terrones que requieren clasificación de tamaño y también tienen

abono seco que la planta no puede aprovechar y que no mineraliza el suelo además de que un abono seco es difícil de humedecer o hidratar ya que es casi impermeable.

- Escuchando todas las proyecciones de trabajo en cuanto al abono, Juvenal al igual que Mario, propone que como se puede tener un abono listo para su aplicación y en condiciones en las que la planta lo pueda aprovechar, sería bueno que en la época de siembra además de las parcelas de ensayo en las que se ha realizado el trabajo de preparación de suelos en febrero, se tenga también otra parcela extra donde se pueda sembrar junto al abono (como en la primera fase del proyecto) para poder estudiar también los efectos que pueda tener este trabajo.
- Emigdio también menciona que el trabajo de manejar el abono no es tan complicado, dice que el abono de corral ya está en estado semi descompuesto y que llevaría como 1 mes hacerlo útil, se puede trabajar de dos formas: aplicando el activador o aumentando rastrosos secos, humedeciendo y tapando con plástico negro. Si se cumplen con estos requisitos el estiércol de corral estaría listo en 1 mes.
- Como se está mencionando sobre la aplicación de activador, Emigdio menciona que sería bueno también trabajar en 2 formas, tener un abono tratado con activador y otro con el tratamiento tradicional para ver como resultan ambos y comparar sus resultados. También, propone que se capacite a un productor para que haga este mismo trabajo, pero en la zona de producción adaptado a las condiciones del lugar, como clima y agua. En cuanto a ese tema, Alejandro también mencionaba que se debe considerar la escasa humedad en la zona y las bajas temperaturas en invierno y que utilizar el activador sería útil para reducir la cantidad de agua necesaria para su compostaje.
- Ya que se está trabajando en el puesto de tratamiento en CIFEMA, Juvenal también está de acuerdo con que sería importante capacitar a productores y en caso de que no se pueda instalar un puesto en la zona de aplicación, él propone hacer uno en las instalaciones de la UTO que tienen en Condoriri, donde pueden aprovechar para hacer tratamiento de los animales que también crían en este centro experimental. El abono que se produzca en este puesto se podría utilizar también para pruebas futuras.
- Tanto para la instalación como para la capacitación se propone que Luis pueda viajar a la zona y apoyarnos en ese trabajo, que también será complemento para su proyecto de titulación. Para esto Juvenal también pone a disposición un espacio en Condoriri donde Luis pueda alojarse (comida y cama en internado).
- Luego hizo su participación Porfirio para consultar acerca del abono, pregunta si es posible que ahora se pueda tener abono en condiciones finales, es decir en las condiciones que

se requieren agronómicamente, para que en función a su estado físico se pueda trabajar y realizar ajustes en la máquina. Se requiere el material casi de manera inmediata y no esperar a que se haga todo el tratamiento de descomposición.

A lo que Emigdio respondió que, si se saca un poco de material del corral de campo y producción de la FCAPyF, se zarandea y se aumenta la humedad a aproximadamente el 40% podemos tener un material muy parecido al producto final, si se realiza ese trabajo tendríamos el material en su estado físico requerido en cuanto a tamaño y humedad. El estado de este material que se está solicitando es únicamente para trabajos del área mecánica y, por ahora, es independiente a su estado ideal agronómico donde está en su punto de descomposición y puede aportar materia orgánica.

- Por otra parte, Mario comenta que en el viaje que realizaron en febrero a Sevaruyo, uno de los abonos utilizados presentaba una consistencia con muchos terrones grandes y luego de hacer el zarandeo se había descartado gran cantidad de terrones que no se pudieron utilizar, por lo que pregunta si es posible triturar con máquina esos terrones y aprovecharlos mejor en el suelo o es que al triturar se estarían perdiendo propiedades del abono.

A esto, Emigdio respondió que en una conversación con Noel comentaban que no habría daño si es que se utiliza una máquina, no se dañarían microorganismos ni se alteraría su composición.

Pero este tema debe ser analizado desde las ventajas y desventajas: cuanto ayudaría al agricultor para mejor aprovechamiento de su abono, cuanto tiempo se ahorra o cuanto tiempo se invierte en triturar, costos, y un aspecto importante es la asimilación por parte de los agricultores para que acepten la tecnología y no genere perjuicios en sus trabajos cotidianos.

- Respecto al tema tratado, Juvenal dice que es importante tomar todas las opiniones de los agricultores, pero ellos también tienen que estar predispuestos para la adaptación a la tecnología y si pueden asumir la inversión. Además, en todas las intervenciones que haya o las capacitaciones se deben aclarar y hacer énfasis en las condiciones que requieren los equipos para funcionar óptimamente.
- Se habló también sobre una fecha estimada del próximo viaje donde se pueda visitar las parcelas de ensayo y revisar su estado.
- Con todos estos puntos tratados, se concluyó la reunión.

Conclusiones.

- ✓ Alejandro se comprometió a enviar información sobre el circuito que sigue el abono en la zona de altiplano sur, estará en contacto con Leonardo.
- ✓ Juvenal presentará un reporte completo con todas sus intervenciones a Sevaruyo, completará las visitas en fechas 17 y 18 de abril para lo que se pondrá en contacto con Milton, los hermanos Ordoñez y Evaristo quien es un cooperante más con el que está trabajando. Se comprometió a presentar este reporte en fecha 21 de abril de 2021.
- ✓ Se define que se instalará un puesto de tratamiento de abono en predios de CIFEMA (parcelas de prueba) donde se tendrán todos los materiales necesarios para el ensayo, este trabajo estará a cargo de Emigdio, Luis y Leonardo.
- ✓ Emigdio debe enviar una muestra del abono en estado físico óptimo (humedad y tamaño) para los ajustes y pruebas de la máquina.
- ✓ Juvenal, Leonardo y Luis se ponen de acuerdo para la instalación de el puesto de tratamiento de abono en Condoriri, donde viajaría Luis. Se debe definir la fecha y avisar con 2 días de antelación para que Juvenal pueda organizar allá la estadía de Luis.
- ✓ Se acuerda como fecha estimada del próximo viaje a Sevaruyo el 10 de mayo de 2021.
- ✓ La próxima reunión se realizará el día miércoles 21 de abril de 2021, también por medio virtual y se comunicarán detalles en el grupo de whatsapp donde están presentes todos los participantes del proyecto.