

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**



**Manual de Procedimientos: Implementación de Sistema RTK  
(Real Time Kinematic) en Operaciones de Surqueo, en la  
Empresa de Renta de Maquinaria Agrícola, TECRENT S.A.**

Trabajo de graduación elaborado y presentado por

**Boris Alfredo Blanco Morán**

para optar el grado académico de

Licenciado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Guatemala,  
2014



**Manual de Procedimientos: Implementación de Sistema RTK  
(Real Time Kinematic) en Operaciones de Surqueo, en la  
Empresa de Renta de Maquinaria Agrícola, TECRENT S.A.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**



**Manual de Procedimientos: Implementación de Sistema RTK  
(Real Time Kinematic) en Operaciones de Surqueo, en la  
Empresa de Renta de Maquinaria Agrícola, TECRENT S.A.**

Trabajo de graduación elaborado y presentado por

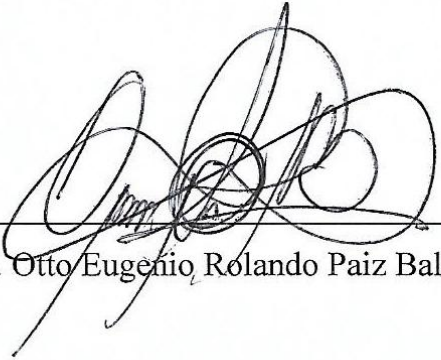
**Boris Alfredo Blanco Morán**

para optar el grado académico de

Licenciado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Guatemala,  
2014

Vo. Bo.

(f)   
Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

(f)   
Ing. Alejandra Bonilla

(f)   
Ing. Sergio Barrera

Fecha de aprobación: Guatemala 30 de julio de 2014.

# PREFACIO

El que hacer del ser humano exige una constante evolución. El desarrollo de la agricultura no escapa a este fenómeno. Es normal en el ser humano manifestar desconfianza ante algo nuevo, por eso mismo hay una expresión popular que dice “más vale lo viejo conocido, que lo nuevo por conocer”, pero esta expresión no siempre es válida porque la tecnología es un avance constante para mejorar todo el que hacer de la humanidad.

Impulsado por promover el desarrollo tecnológico del país introduciendo innovación en los diferentes procesos agrícolas, y específicamente en la automatización de la labor de surqueo realizadas por maquinaria, se ha implementado de avanzada generación el tractor agrícola CASE IH Magnum 235, es necesario aclarar que al implementarse la agricultura de precisión con el sistema RTK (Real Time Kinematic) surgió la necesidad por parte de los operarios, la creación del Manual de Procedimientos para una óptima utilización del sistema en mención debido a las complicaciones generadas durante la operación con el sistema RTK, siendo este manual herramienta esencial entendible tanto para operarios que sepan solamente leer y escribir como a operarios con una preparación académica competente.

Esta herramienta técnica operacional proporcionara información clara y específica de los procesos paso a paso a realizar de forma visual y textual que inician desde la parametrización electrónica hasta la configuración física del implemento para poder efectuar la labor de surqueo con el sistema de precisión RTK.

# CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
A. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS; IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA RTK (REAL TIME KINEMATIC) EN OPERACIONES DE SURQUEO .....	3
B. SISTEMA RTK.....	3
1. Herramientas para implementar el sistema RTK en operaciones de surqueo: .....	3
2. Ventajas de implementar el sistema RTK en el proceso de surqueo: .....	4
3. Desventajas .....	5
C. PROCEDIMIENTOS PASO A PASO CONFIGURACION DE SISTEMA RTK EN OPERACIONES DE SURQUEO EN EMPRESA DE RENTA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, TECRENT S.A.....	6
1. PASO 1 (Chequeo de tractor agrícola, implemento surcador y marco de enganche de tractor) .....	6
2. PASO 2 (toma de mediciones de implemento).....	7
3. PASO 3 (Arranque de tractor agrícola, reconocimiento y verificación de software, parametrización).....	8
4. PASO 4 (Recolección de datos e interpretación de resultados de sistema RTK) .....	41
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
A. CONCLUSIONES .....	42
B. RECOMENDACIONES .....	43
V. BIBLIOGRAFÍA .....	44
VI. ANEXOS .....	45
VII. GLOSARIO.....	48

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración PASO 1.1.....	6
Figura 2. Ilustración PASO 1.2.....	6
Figura 3. Ilustración PASO 1.3.....	7
Figura 4. Ilustración PASO 2.1.....	7
Figura 5. Ilustración PASO 2.2.....	7
Figura 6. Ilustración PASO 2.3.....	8
Figura 7. Ilustración PASO 3.1.....	8
Figura 8. Ilustración PASO 3.2.....	8
Figura 9. Ilustración PASO 3.3, inciso a.....	9
Figura 10. Ilustración PASO 3.4.....	9
Figura 11. Ilustración PASO 3.5, inciso a.....	9
Figura 12. Ilustración PASO 3.5, inciso b.....	10
Figura 13. Ilustración PASO 3.5, inciso c.....	10
Figura 14. Ilustración PASO 3.5, inciso d, sección 1.....	11
Figura 15. Ilustración PASO 3.5, inciso d, sección 2.....	11
Figura 16. Ilustración PASO 3.5, inciso e.....	12
Figura 17. Ilustración PASO 3.6, inciso a.....	12
Figura 18. Ilustración PASO 3.6, inciso b.....	13
Figura 19. Ilustración PASO 3.6, inciso c.....	13
Figura 20. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 1.....	14
Figura 21. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 2.....	14
Figura 22. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 3.....	14
Figura 23. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 4.....	15
Figura 24. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 5.....	15
Figura 25. Ilustración PASO 3.6, inciso e.....	15
Figura 26. Ilustración PASO 3.6, inciso g.....	16
Figura 27. Ilustración PASO 3.6, inciso h.....	16
Figura 28. Ilustración PASO 3.7.....	17
Figura 29. Ilustración PASO 3.7, inciso a.....	17
Figura 30. Ilustración PASO 3.7, inciso b.....	18
Figura 31. Ilustración PASO 3.7, inciso c.....	18
Figura 32. Ilustración PASO 3.7, inciso d.....	19
Figura 33. Ilustración PASO 3.8.....	19
Figura 34. Ilustración PASO 3.8, inciso a.....	20
Figura 35. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 1.....	20
Figura 36. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 1.....	20
Figura 37. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 2.....	21
Figura 38. Ilustración PASO 3.8, inciso b.....	21
Figura 39. Ilustración PASO 3.8, inciso b.....	21
Figura 40. Ilustración PASO 3.8, inciso c.....	22
Figura 41. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 1.....	22
Figura 42. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 2.....	22

Figura 43. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 3.....	23
Figura 44. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 4.....	23
Figura 45. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 5.....	23
Figura 46. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 6.....	24
Figura 47. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 7.....	24
Figura 48. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 8.....	24
Figura 49. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 9.....	25
Figura 50. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 1.....	25
Figura 51. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 2.....	26
Figura 52. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 3.....	26
Figura 53. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 4.....	27
Figura 54. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 5.....	27
Figura 55. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 6.....	28
Figura 56. Ilustración PASO 3.9.....	28
Figura 57. Ilustración PASO 3.9, inciso a.....	29
Figura 58. Ilustración PASO 3.9, inciso a, sección 1.....	29
Figura 59. Ilustración PASO 3.9, inciso b.....	30
Figura 60. Ilustración PASO 3.9, inciso b.....	30
Figura 61. Ilustración PASO 3.9, inciso c.....	31
Figura 62. Ilustración PASO 3.9, inciso c, sección 1.....	31
Figura 63. Ilustración PASO 3.10, inciso a.....	32
Figura 64. Ilustración PASO 3.10, inciso b.....	32
Figura 65. Ilustración PASO 3.10, inciso b.....	33
Figura 66. Ilustración PASO 3.10, inciso c.....	33
Figura 67. Ilustración PASO 3.10, inciso d.....	34
Figura 68. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 1, 2, 3.....	34
Figura 69. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 4.....	35
Figura 70. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 5.....	35
Figura 71. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 6.....	36
Figura 72. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 7.....	36
Figura 73. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 8.....	37
Figura 74. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 9.....	37
Figura 75. Ilustración PASO 3.10, inciso 3, sección 9.....	38
Figura 76. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 10.....	38
Figura 77. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 11.....	39
Figura 78. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 12.....	39
Figura 79. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 13.....	40
Figura 80. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 14.....	40

# **RESUMEN**

El manual que a continuación se presenta, contiene una serie de acontecimientos atendiendo a los principios de orientación del usuario, para determinar de manera específica y detallada, mediante la recopilación en forma de texto e investigación de campo, en lo que respecta al área de agricultura de precisión. Dentro de estos aspectos tenemos: la definición del sistema RTK (Real Time Kinematic), el cómo se realizan los procesos de configuración de reconocimiento del terreno, instalación y configuración de implemento (surqueador), identificación del usuario (operador), verificación y reconocimiento de componentes electrónicos, parametrización desde pantalla de cabina (AFS Pro600 Monitor), recolección de datos (Memoria), almacenaje e interpretación de datos obtenidos (Casi IH AFS Advance Software).

Este manual técnico de procedimientos documenta la experiencia, conocimiento y técnicas para el uso adecuado del sistema RTK (Real Time Kinematic) en operaciones de surqueo enfocando los esfuerzos y la atención del usuario para la mejora del sistema y la eficiencia en las operaciones agrícolas de los usuarios.

# I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico exige que el ser humano cada vez produzca más; con la misma extensión de tierra la tecnología viene a ser la solución.

La agricultura de precisión, es un conjunto de métodos y técnicas encargados de la gestión de sistemas de producción agrícola sean estos: preparación de suelos, siembra, fertilización, fumigación y cosecha. Debe tenerse como objetivo, la optimización del uso de recursos basados en la variabilidad del tiempo; formulando cambios de producción de una misma área en diferentes periodos, y del espacio; expresando las diferencias de producción en una misma área en diferentes periodos. Enfocados en el proceso de surqueo (preparación de suelos) con tractores agrícolas marca CASE IH modelo Magnum 235 se puede llevar a cabo la optimización de producción agrícola con la ayuda de sistemas de posicionamiento global conocidos como GPS, sistemas de información geográfica, utilizando como principal herramienta el sistema conocido por sus siglas en inglés RTK (Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real basado en la utilización de señales GPS y GLONASS; los cuales proporcionan una excelente repetitibilidad y precisión, así mismo al momento de haber utilizado el sistema RTK se utilizan software avanzados como Case IH AFS Advance para la interpretación de los mismos.

El manual presentado a continuación describirá paso a paso de forma textual y con ejemplos ilustrativos en un lenguaje familiarizado y entendible al operador la parametrización del proceso de surqueo implementando el sistema RTK en tractores agrícolas CASE IH iniciando desde la elección del implemento que en este proceso sería un surqueador, para luego continuar con la configuración electrónica de los parámetros tanto del implemento, área de trabajo, equipo y tiempo, hasta finalizar con la recolección de datos e interpretación de resultados en el software descrito con anterioridad.

A la vez, se describirán el significado de palabras clave en la sección de anexos junto con imágenes de lo que se refiere según la palabra citada.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. GENERAL**

1. Facilitar al operador la introducción al sistema RTK en operaciones de surqueo a través de un manual técnico operacional optimizando la implementación de procedimientos aumentando la productividad y eficiencia de los mismos.

### **B. ESPECIFICOS:**

2. Proporcionar una herramienta informativa a los usuarios de operaciones de surqueo de precisión.
3. Definir el sistema RTK y sus accesorios a los usuarios del sistema.
4. Describir de forma detallada los pasos para el proceso de surqueo de precisión.
5. Permitir que el usuario conozca los diversos pasos que se siguen para la parametrización y utilización del sistema RTK.
6. Tener una guía para la inducción de nuevo personal en cuanto a las actividades a realizar, así también evaluar la productividad y efectividad del usuario y facilitar las auditorías operativas para detectar desviaciones en cuanto a la ejecución de las actividades de forma fácil y concisa.

# III. MARCO TEÓRICO

## A. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS; IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA RTK (REAL TIME KINEMATIC) EN OPERACIONES DE SURQUEO

A continuación se describirá brevemente el sistema **RTK**, ventajas y desventajas y el procedimiento a seguir paso a paso para implementar el sistema **RTK** guiado mediante señales **GPS** en sistema de **surqueo**.

## B. SISTEMA RTK

RTK es un sistema de navegación de alta precisión en tiempo real, con un margen de error de  $\pm 2.54$  cm por cada 20 km, es decir, muestra información de la posición de un objeto en el momento y lugar donde éste se encuentre, este dato se genera a través de información satelital de señales **GPS**, dada por coordenadas de **latitud, altitud, longitud**, proporcionando con el uso continuo **repetitibilidad**. Para mejorar la recepción de coordenadas se implementa la señal **GLONASS** para aumentar la **precisión**, esta recepción de señal se obtiene mediante 4 satélites en órbita, estos sistemas están enfocados en la mejora de procesos de producción agrícola. En operaciones de surqueo se utilizara como herramienta de optimización de procesos el sistema RTK agregando sistemas de control mecánico, eléctrico e hidráulico, para aumentar la eficiencia y productividad de las operaciones realizadas con los tractores agrícolas Magnum 235 en el proceso de surqueo.

### 1. Herramientas para implementar el sistema RTK en operaciones de surqueo:

- a. Tractor Case IH Magnum 235 contiene los siguientes accesorios:
  - 1) Monitor AFS Pro.
  - 2) Sensores de dirección/giroskopios.
  - 3) Antena receptora RTK/GPS.
  - 4) Controlador NAV II.
- b. Operador.
- c. Implemto surqueador.
- d. Kit sistema RTK contiene los siguientes accesorios:
  - 5) Antena receptora de señal GPS.
  - 6) Receptor de señal GPS (color amarillo).
  - 7) Cable de unión antena emisora con receptor (cable color amarillo).
  - 8) Transmisor de señal.
  - 9) Cable coaxial transmisor de señal.
  - 10) Torre metálica.
  - 11) Antena transmisora de señal.
  - 12) Estabilizador de tensión (UPS).
  - 13) Cargador de baterías.
  - 14) Batería de alimentación 12VDC.
  - 15) Housing o contenedor para almacenamiento de las herramientas.

## 2. Ventajas de implementar el sistema RTK en el proceso de surqueo:

- Simetría de los surcos.
- Trabajar con precisión.
- Trabajos con melgas.
- Se puede laborar de día, noche.
- Optimización de tiempos.
- Aumento de producción.
- Mejora en la utilización de suelos.
- Se obtendrán más surcos por hectárea trabajada, los datos obtenidos en las operaciones en campo demuestran los beneficios de la utilización del sistema:

<b>Datos muestreo: Turno diurno</b>			
	<b>Con RTK</b>	<b>Sin RTK</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Área (hectárea)</b>	14.02	14.02	0%
<b>Consumo Diesel (gal)</b>	63.67	66.24	-3.87%
<b>Diesel/Ha</b>	4.54	4.72	-3.81%
<b>Horas trabajadas</b>	10.8	12	-10.00%
<b>Rendimiento Operacional (ha/hr)</b>	1.29	1.16	11.20%

<b>Datos muestreo: Turno nocturno</b>			
	<b>Con RTK</b>	<b>Sin RTK</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Área (hectárea)</b>	14.02	14.02	0%
<b>Consumo Diesel (gal)</b>	52.38	55.87	-6.24%
<b>Diesel/Ha</b>	3.76	3.98	-5.52%
<b>Horas trabajadas</b>	8.9	11.39	-21.86%
<b>Rendimiento Operacional (ha/hr)</b>	1.57	1.23	27.64%

- Facilidad de operación del usuario.
- Ahorro en el consumo de combustibles.
  - Este ahorro se puede generar por la continuidad del trabajo, por ejemplo; el operador incurre menos en la guianza del tractor, esto permite a realizar trazos más continuos.
  - Al ser un sistema que se puede utilizar de noche, puede haber una mayor cobertura de hectáreas por día tractor, esto genera una reducción en la cantidad de tractores necesarios en las labores de surqueo.
- Comodidad en la operación.
- Repetitividad.
- Hace que el implemento funcione correctamente.
- Hacen más experto al operador.

### **3. Desventajas**

- No detecta presencia de obstáculos.
- Mala recepción por presencia de árboles y cintilación.
- Es tecnología nueva en los procesos agrícolas de la región sur, lo cual implica que no hay soporte para una óptima operación y utilización.
- El rango de emisión de la señal RTK tiene un diámetro de de 20 km.

Seguido de la breve descripción del sistema RTK, las ventajas, desventajas, accesorios y herramientas, se describirán los pasos a seguir para la parametrización de la operación del proceso de surqueo con RTK.

## C. PROCEDIMIENTOS PASO A PASO CONFIGURACIÓN DE SISTEMA RTK EN OPERACIONES DE SURQUEO EN EMPRESA DE RENTA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, TECRENT S.A.

A continuación se encuentran los procedimientos paso a paso descritos de forma textual e ilustrativa para la configuración del sistema RTK en operaciones de surqueo en tractores agrícolas CASE IH modelo MAGNUM 235, explicando cómo introducir los parámetros adecuados y solicitados por la empresa para aumentar sus índices de productividad y eficiencia. Se debe tomar en cuenta que los parámetros pueden variar según las exigencias de operación de las empresas.

### 1. PASO 1 (Chequeo de tractor agrícola, implemento surcador y marco de enganche de tractor)

**a. PASO 1.1:** Realizar un chequeo 360 del tractor agrícola para verificar que el equipo se encuentre físicamente en óptimas condiciones evaluando el capó, cabina, tanques de combustible, transmisión, motor y llantas del equipo utilizando el formato de chequeo de maquinaria establecido por la empresa TECRENT.

Figura 1. Ilustración PASO 1.1.



**b. PASO 1.2:** Chequear el estado del surcador, verificar que todos sus aditamentos estén completos para iniciar la operación.

Figura 2. Ilustración PASO 1.2.



c. **PASO 1.3:** Verificar el marco de enganche del tractor agrícola para la instalación del implemento y el banco de válvulas selectivas, verificando los ganchos del marco y los acoples de las válvulas selectivas

Figura 3. Ilustración PASO 1.3.



## 2. PASO 2 (toma de mediciones de implemento)

a. **PASO 2.1:** Se inicia tomando medidas de extremo a extremo del surcador para obtener el ancho de franja del implemento, estableciendo las medidas según lo requiera la empresa:

Figura 4. Ilustración PASO 2.1.



Fuente: [http://www.dmb.com.br/Thumbnail/?Arquivo=/ImageBank/Catalogo/145ec240-4c4d-449c-acbedcd9ae67d726\\_Sulc3Linha.jpg&Altura=300&Largura=400](http://www.dmb.com.br/Thumbnail/?Arquivo=/ImageBank/Catalogo/145ec240-4c4d-449c-acbedcd9ae67d726_Sulc3Linha.jpg&Altura=300&Largura=400)

b. **PASO 2.2:** Se realiza la medición del distanciamiento entre surcos iniciando desde cualquier extremo hacia el centro:

Figura 5. Ilustración PASO 2.2.



Fuente: [http://www.dmb.com.br/Thumbnail/?Arquivo=/ImageBank/Catalogo/145ec240-4c4d-449c-acbedcd9ae67d726\\_Sulc3Linha.jpg&Altura=300&Largura=400](http://www.dmb.com.br/Thumbnail/?Arquivo=/ImageBank/Catalogo/145ec240-4c4d-449c-acbedcd9ae67d726_Sulc3Linha.jpg&Altura=300&Largura=400)

c. **PASO 2.3:** Se realiza acople del implemento con el marco de enganche del tractor agrícola:

Figura 6. Ilustración PASO 2.3.



### 3. PASO 3 (Arranque de tractor agrícola, reconocimiento y verificación de software, parametrización)

a. **PASO 3.1:** Subir a la cabina del tractor agrícola.

Figura 7. Ilustración PASO 3.1.



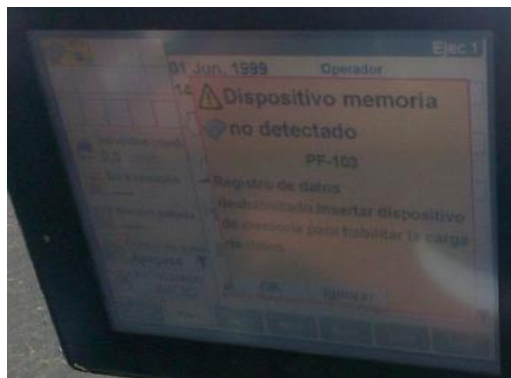
b. **PASO 3.2:** Dentro de la cabina ubicar el monitor/pantalla AFS PRO 600, verificar que esta pantalla tenga insertada a un costado la memoria de almacenamiento de datos tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 8. Ilustración PASO 3.2.



c. **PASO 3.3:** Estando seguros de verificar la memoria insertada en la pantalla procedemos con el arranque del tractor agrícola. Arrancado el equipo, el monitor/pantalla AFS PRO 600 se reiniciará, al finalizar el proceso de encendido el monitor, nos indicará que la memoria fue reconocida. Si la memoria no es reconocida, indicará en pantalla como se muestra a continuación. Este monitor tiene una configuración de **pantalla táctil** lo que significa que cada selección la haremos presionando con **cualquiera de los dedos de las manos** las opciones a seleccionar. Presionamos “OK” para continuar.

Figura 9. Ilustración PASO 3.3, inciso a.



d. **PASO 3.4:** Identificar el Menú de inicio de la pantalla ASF PRO 600; en este encontramos las opciones siguientes:

- 1) Diagnóstico.
- 2) Gestion de datos.
- 3) Acceso rápido.
- 4) Rendimiento.
- 5) Calibración.
- 6) Válvulas remotas.
- 7) Condiciones de trabajo.
- 8) EOR Electrónico.
- 9) Configuración

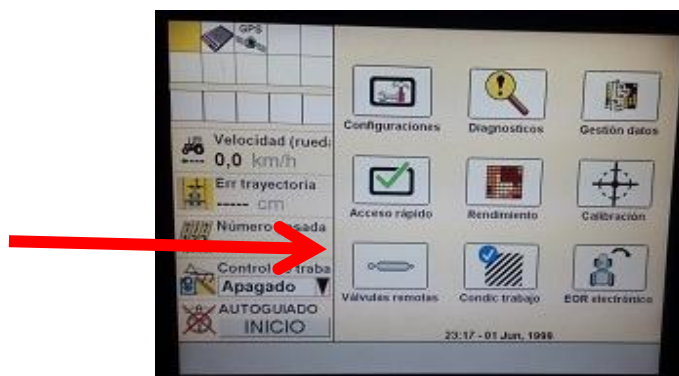
Figura 10. Ilustración PASO 3.4.



e. **PASO 3.5:** Se debe asegurar que los parámetros para trabajar con señal de RTK esté configurado, esto se verifica de la siguiente manera:

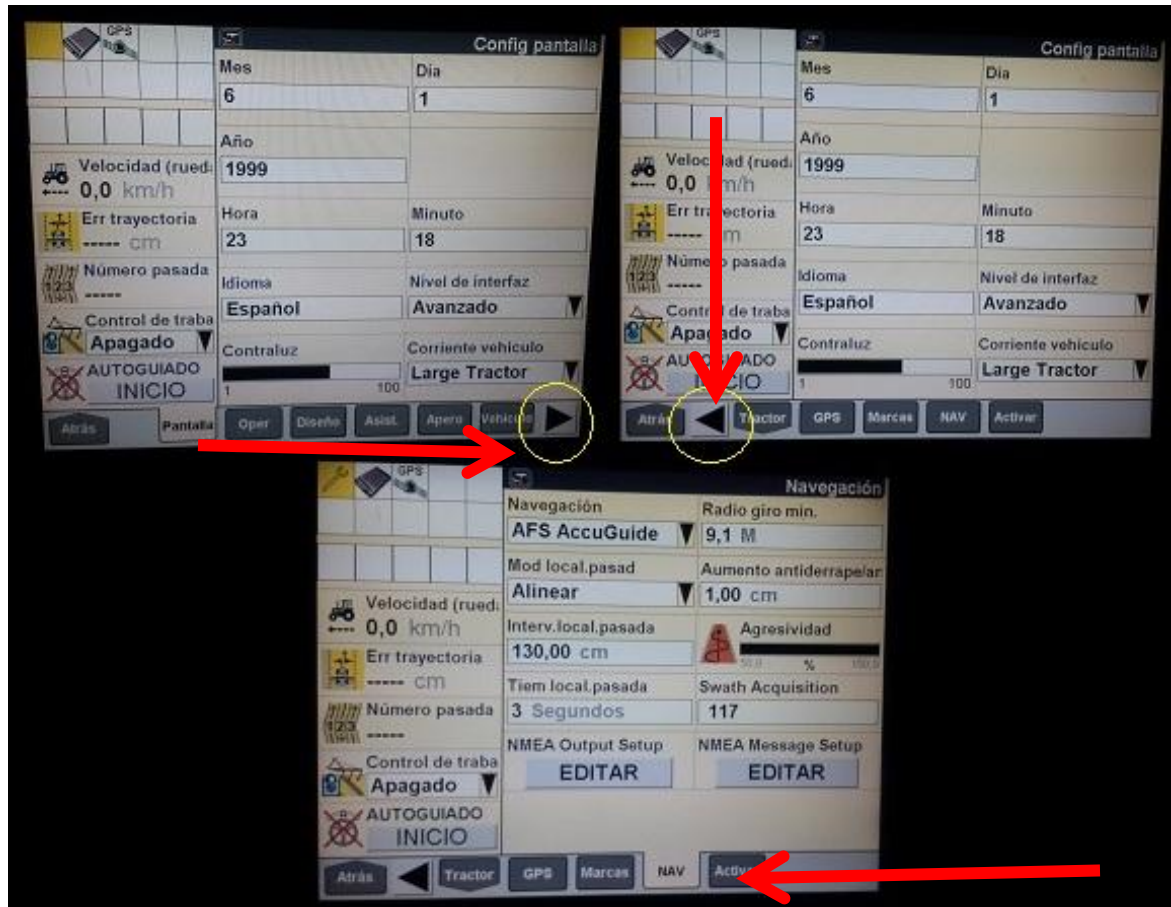
- 1) Se presiona en el Menú de inicio de la pantalla la opción “CONFIGURACIONES”:

Figura 11. Ilustración PASO 3.5, inciso a.



2) Al hacerlo nos desplegará en pantalla un nuevo menú, se utiliza los botones ◀ y ▶ para desplazarse en el nuevo menú, se busca y se presiona la opción “NAV”:


Figura 12. Ilustración PASO 3.5, inciso b.



3) NAV (**navegador**) deberá desplegar en un nuevo menú los parámetros que a continuación se muestran para asegurar que el sistema se encuentra con señal RTK:

Figura 13. Ilustración PASO 3.5, inciso c.



4) Si el menú **NAV** no despliega los parámetros indicados, utilizaremos los botones  para buscar los parámetros que deben estar configurados, los cuales son:

a) Presionamos el boton del indicador – Navegación - y seleccionamos “**AFS AccuGuide**” como se muestra en pantalla:

Figura 14. Ilustración PASO 3.5, inciso d, sección 1.



b) Seleccionamos debajo del indicador –Mod local.pasad- “**Alinear**” como se muestra en pantalla.

Figura 15. Ilustración PASO 3.5, inciso d, sección 2.



c) Al haber confirmado que el sistema este configurado para trabajar con RTK, verificamos si la señal está siendo recibida por la antena, lo hacemos identificando la figura del satélite que aparece en la parte superior izquierda de la pantalla, presionamos la figura del satélite y nos mostrará en pantalla los datos siguientes:

Figura 16. Ilustración PASO 3.5, inciso e.

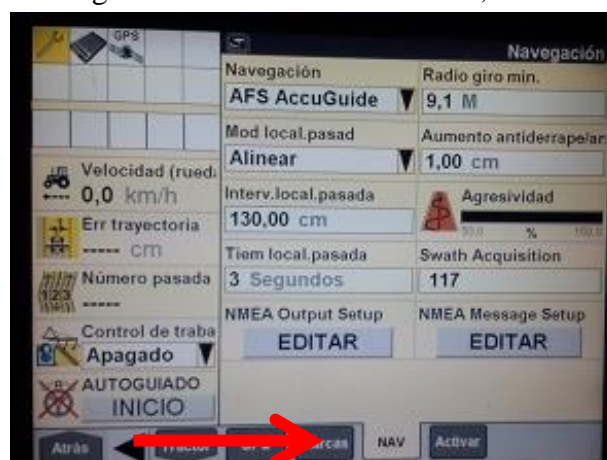


d) Si la señal **NO** está siendo recibida, nos desplegara las letras **DGPS** y la imagen del satélite indicando que se está trabajando con señal GPS y no RTK, esto se debe a que no se está recibiendo la señal de RTK de la antena principal o que no se está en el rango de recepción de señal.

f. **PASO 3.6:** Al haber comprobado que los parámetros y la señal RTK estén bien en el tractor, iniciamos configurando los parámetros solicitados por la empresa para utilizar el sistema RTK en el proceso de surqueo de la siguiente forma:

1) Buscamos y presionamos el botón “**ATRÁS**” para salir del menú “**NAV**” para poder regresar al Menú principal:

Figura 17. Ilustración PASO 3.6, inciso a.



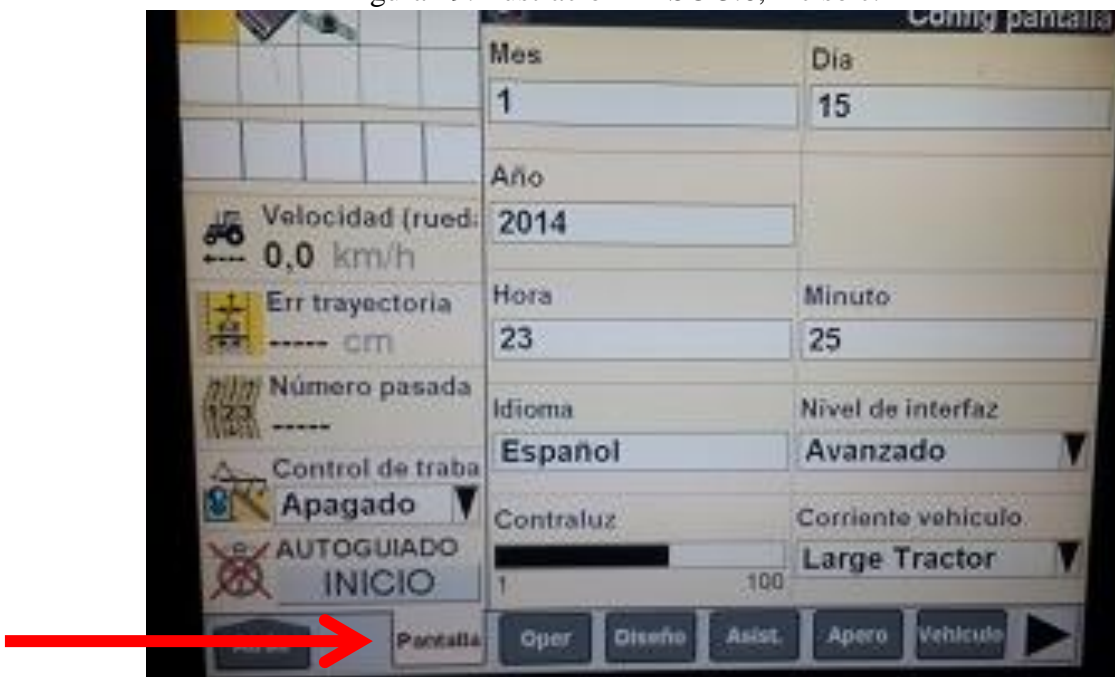
2) En el Menú principal presionamos la opción “**CONFIGURACIONES**”:

Figura 18. Ilustración PASO 3.6, inciso b.



3) Iniciamos configurando la fecha, hora y lenguaje de nuestro equipo. Dentro del menú de CONFIGURACIONES se presiona la opción “PANTALLA”, nos desplegará un nuevo:

Figura 19. Ilustración PASO 3.6, inciso c.



4) Se configura la fecha y hora: presionamos la flecha ▼ que aparece a la par de los espacios en blanco debajo de cada enunciado, al hacerlo nos desplegará en pantalla

un cuadro con numeración del 1 al 0, aquí se seleccionan los números adecuados, al haberlos elegido se presiona **“CONFIRMAR”** para guardar lo seleccionado:

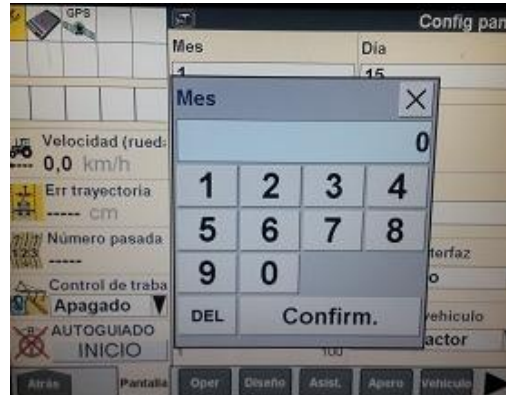
a) Día.

Figura 20. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 1.



b) Mes.

Figura 21. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 2.



c) Año.

Figura 22. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 3.



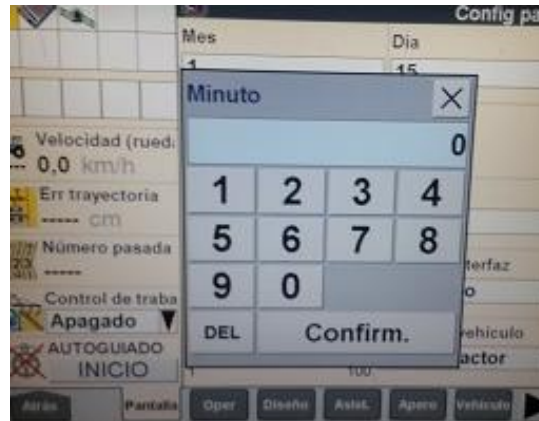
d) Hora.

Figura 23. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 4.



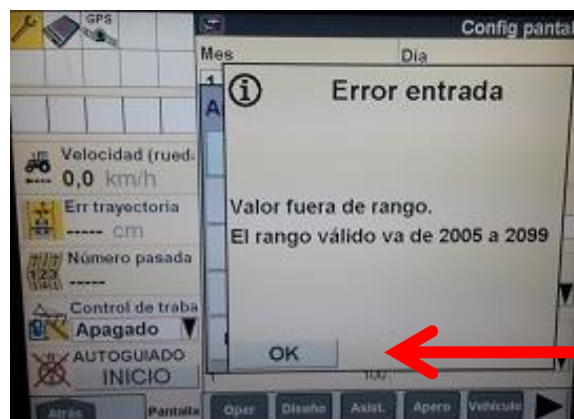
e) Minuto.

Figura 24. Ilustración PASO 3.6, inciso d, sección 5.



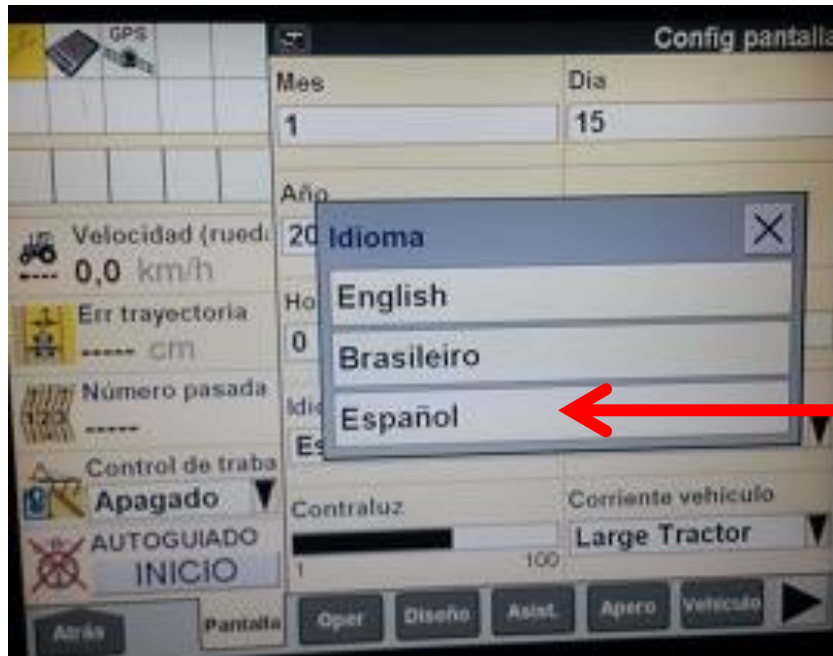
5) Si en alguno de los casos los valores que ingresemos no son correctos nos desplegará el siguiente mensaje:

Figura 25. Ilustración PASO 3.6, inciso e.



- 6) Se presiona “OK” para continuar e ingresar los valores correctos.
- 7) Se selecciona el lenguaje de sistema presionando debajo del enunciado – Idioma - , desplegará en pantalla un cuadro con los idiomas registrados, en nuestro caso, se selecciona idioma español:

Figura 26. Ilustración PASO 3.6, inciso g.



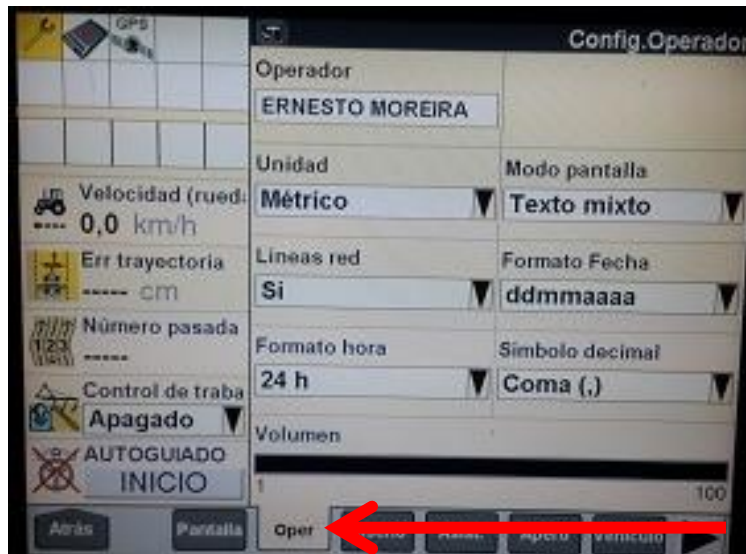
- 8) Se selecciona el nivel de interfaz en “avanzado”, esto se hace presionando debajo del enunciado – Nivel de interfaz -, desplegará en pantalla un cuadro con los niveles de interfaz:

Figura 27. Ilustración PASO 3.6, inciso h.



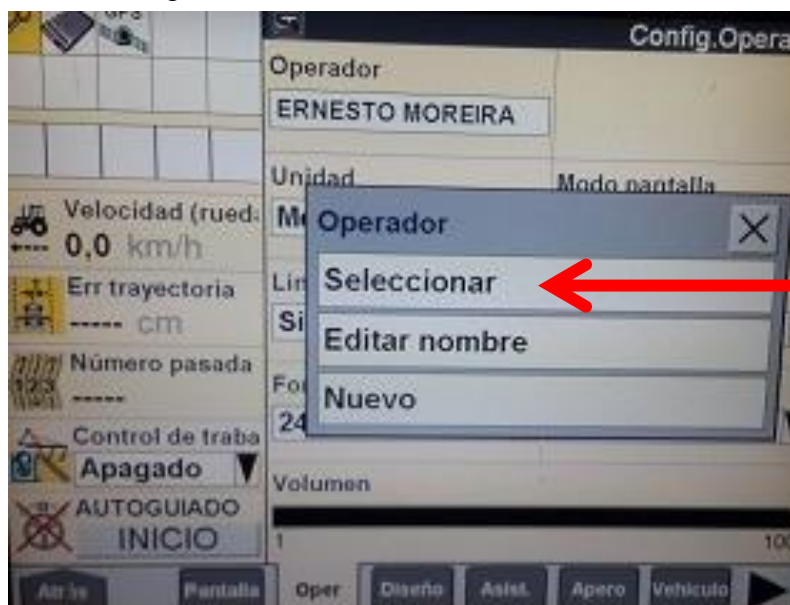
g. **PASO 3.7:** Se continúa configurando el nombre del operador, para hacer esto se identifica y se presiona el botón “OPER”, desplegará un nuevo menú, este muestra las opciones de **Operador, Unidad, Modo Pantalla, Líneas red, Formato Fecha, Formato Hora, Símbolo decimal:**

Figura 28. Ilustración PASO 3.7.



1) Si se desea configurar el nombre del operador, se presiona el espacio en blanco debajo de “Operador”, al hacerlo desplegará en pantalla un cuadro donde pregunta si se quiere **seleccionar un nombre, editar un nombre o crear un nombre**. Si ya se tienen nombres guardados y se desea seleccionar uno existente, se presiona “SELECCIONAR”:

Figura 29. Ilustración PASO 3.7, inciso a.



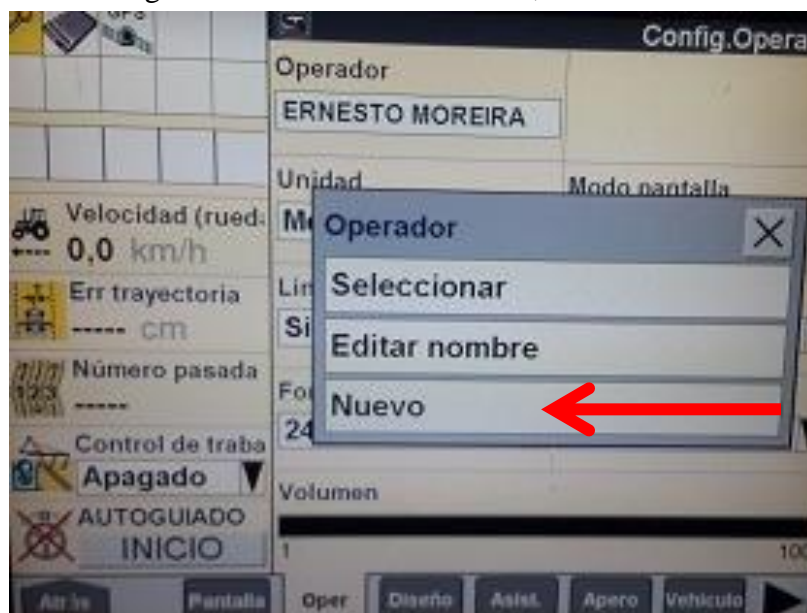
2) Automáticamente desplegará en un cuadro en pantalla un listado con nombres ya guardados, si su nombre ya se encuentra guardado se mueve hacia arriba o hacia abajo manteniendo presionada con el dedo índice la barra negra y deslizándolo de igual forma hasta encontrar su nombre, al haberlo encontrado se deja de presionar la barra negra y se presiona el nombre para que quede guardado:

Figura 30. Ilustración PASO 3.7, inciso b.



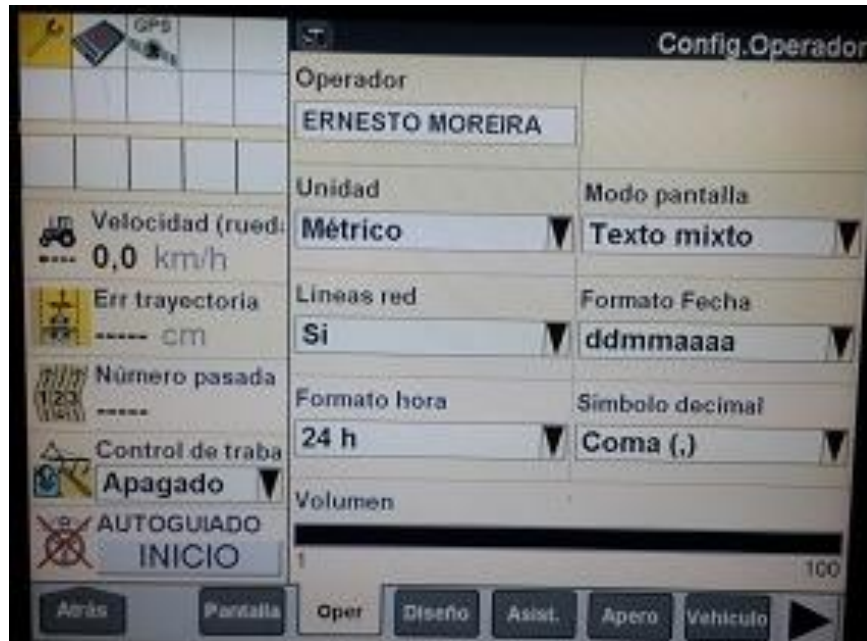
3) Si el nombre no existe, se presiona en “NUEVO”, automáticamente desplegará en pantalla un cuadro con letras, en este se presiona letra por letra hasta completar el nombre, se presiona “CONFIRMAR” para guardar el nombre:

Figura 31. Ilustración PASO 3.7, inciso c.



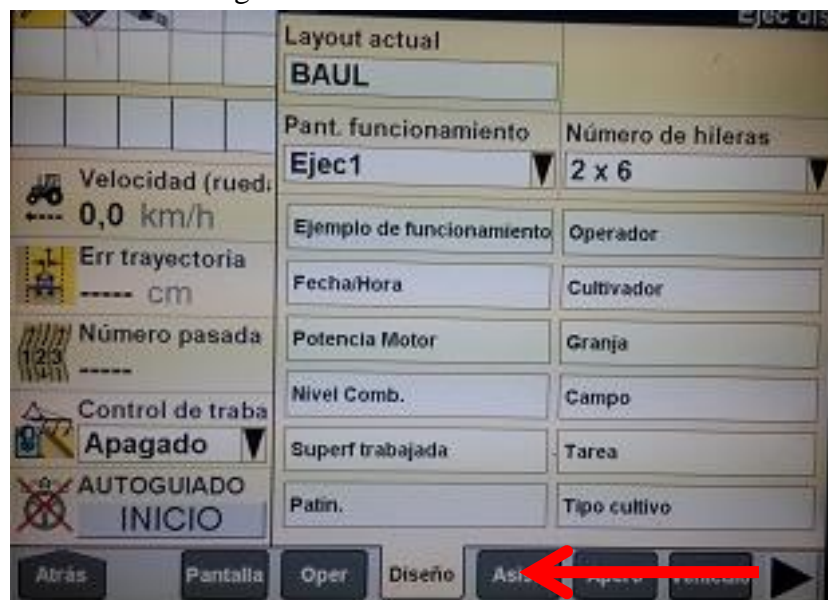
4) Las opciones **Unidad**, **Modo Pantalla**, **Línea Recta**, **Formato Fecha**, **Formato Hora** y **Símbolo Decimal**, son configuraciones opcionales, estas se pueden cambiar a requisición de la empresa presionando sobre la figura para cambiar las configuraciones. Es recomendable dejar los parámetros tal y como se muestran en pantalla.

Figura 32. Ilustración PASO 3.7, inciso d.



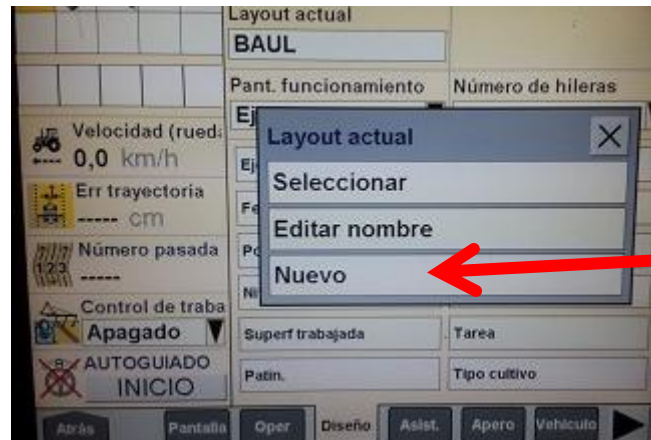
**h. PASO 3.8:** Se continúa configurando los datos de la utilidad de la empresa, en este se establece el nombre del área a utilizar denominado “**Layout**” cuyo significado es “**disposición**”, número de hileras y las pantallas de funcionamiento. Para hacer esto se identifica y se presiona el botón “**DISEÑO**”, nos desplegará el siguiente menú:

Figura 33. Ilustración PASO 3.8.



1) Se configura el nombre del área a trabajar presionando en el espacio en blanco debajo de “Layout actual”, desplegará un pequeño cuadro en el cual se selecciona o edita el nombre, se crea un nuevo nombre, se presiona donde dice “Nuevo”:

Figura 34. Ilustración PASO 3.8, inciso a.

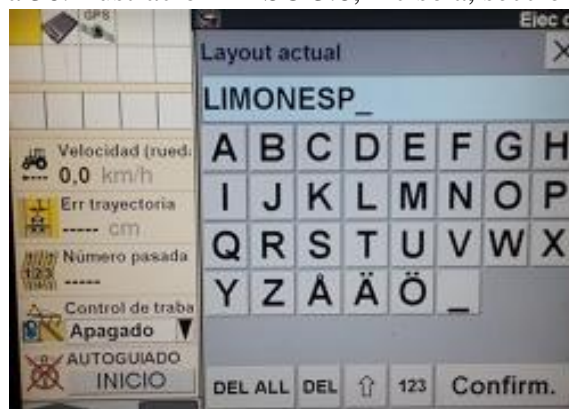


2) Se desplegará en pantalla un cuadro con letras, en éste se presiona la letra por letra para establecer el nombre del área a trabajar, en este caso se dejará como nombre **LIMONESP**, al haber completado el nombre, se presiona “CONFIRMAR” para dejarlo guardado:

Figura 35. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 1.

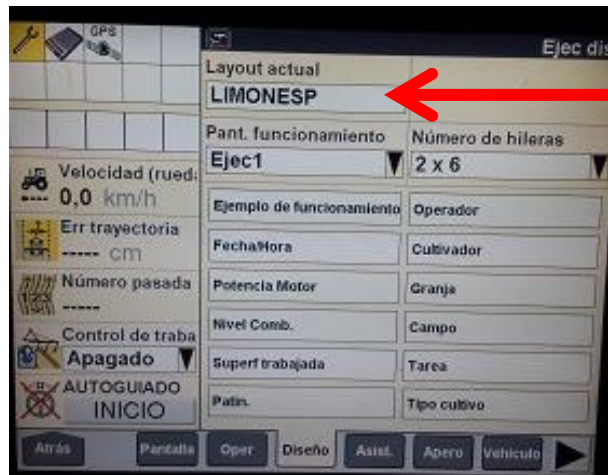


Figura 36. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 1.



3) Pueden notar que el nombre fue guardado.

Figura 37. Ilustración PASO 3.8, inciso a, sección 2.



4) Si el área ya ha sido creada, se presiona en “SELECCIONAR”, se desplegarán las áreas que ya hayan sido creadas con anterioridad, se selecciona la deseada presionando sobre el nombre:

Figura 38. Ilustración PASO 3.8, inciso b.

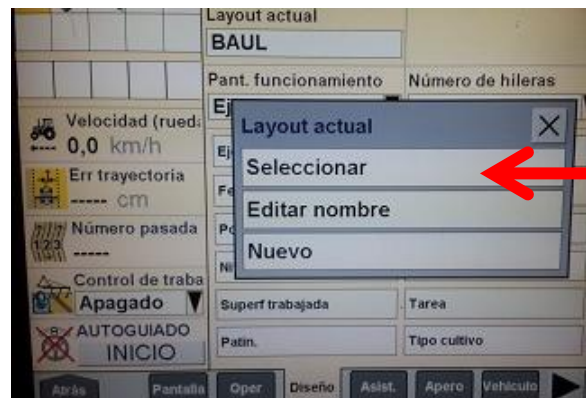
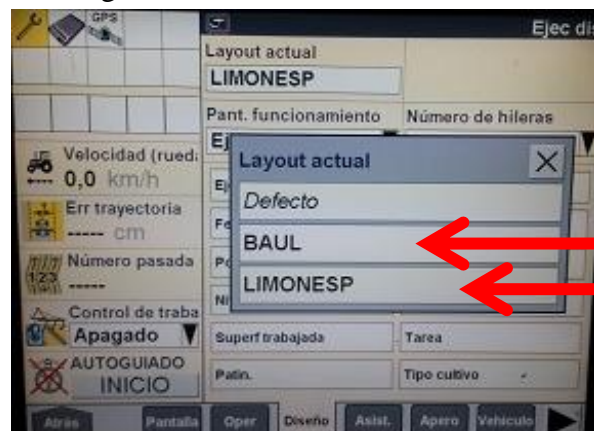
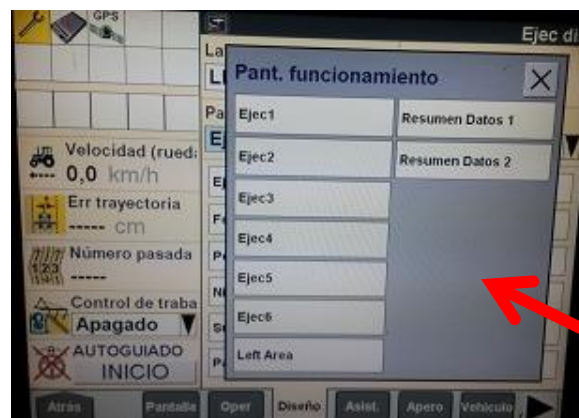


Figura 39. Ilustración PASO 3.8, inciso b.



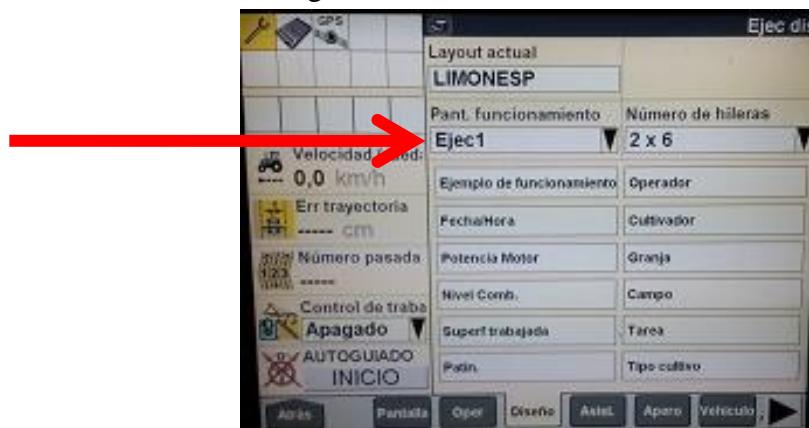
5) El siguiente paso es presionar en el espacio en blanco debajo de “**Pant. Funcionamiento**” y desplegará 9 opciones, de las cuales son:

Figura 40. Ilustración PASO 3.8, inciso c.



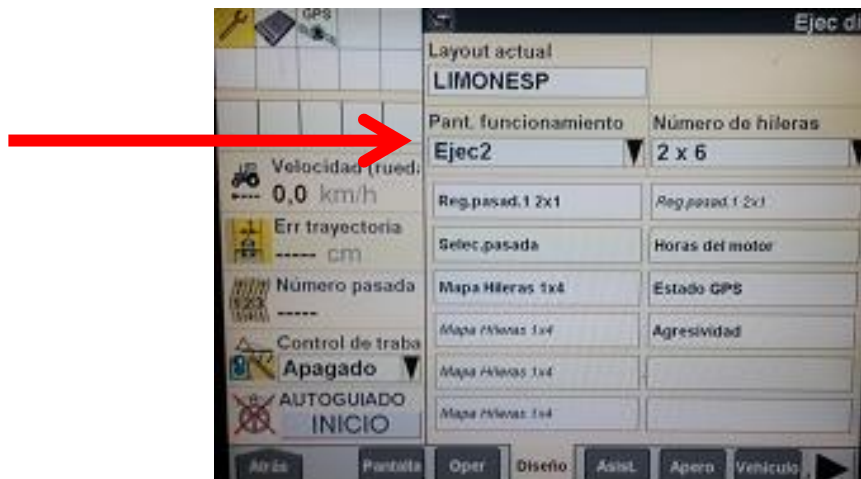
a) **Eject 1**

Figura 41. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 1.



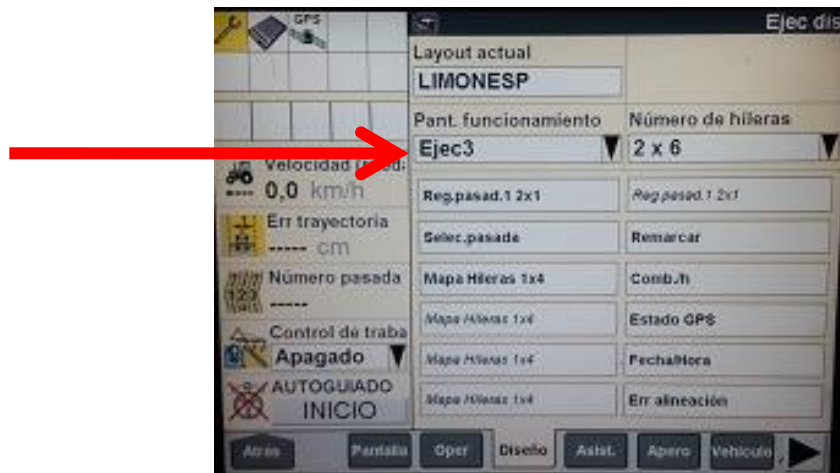
b) **Eject 2**

Figura 42. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 2.



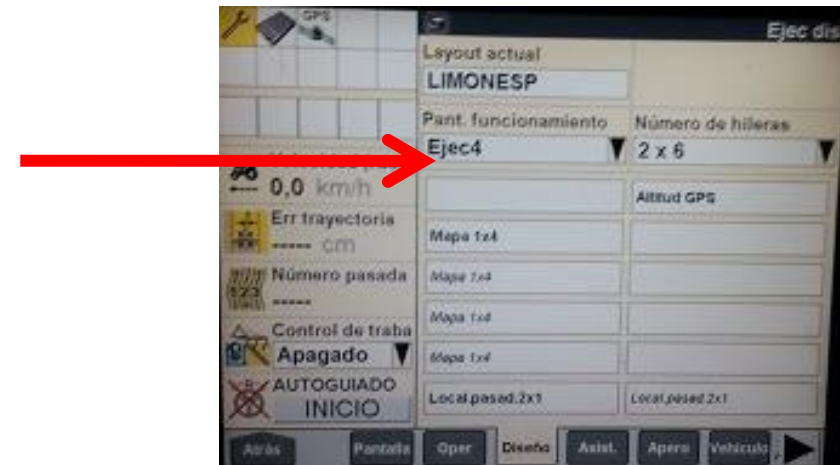
## c) Eject 3

Figura 43. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 3.



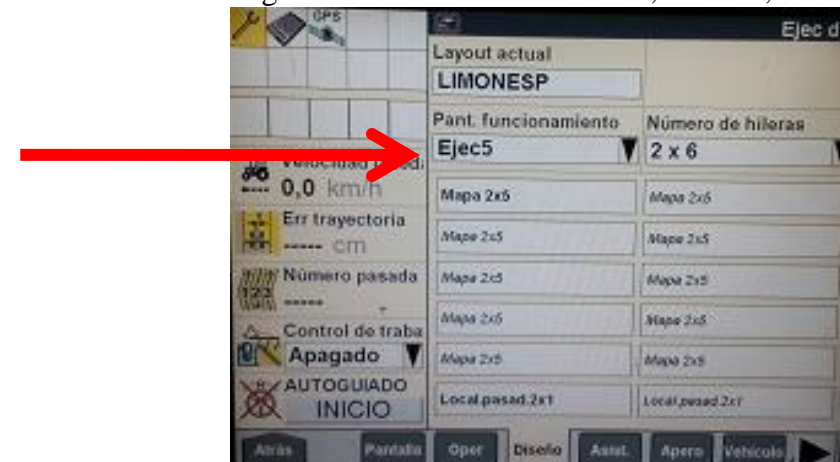
## d) Eject 4

Figura 44. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 4.



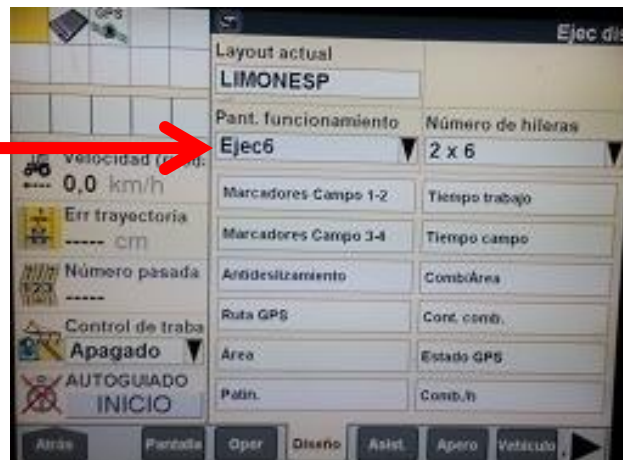
## e) Eject5

Figura 45. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 5.



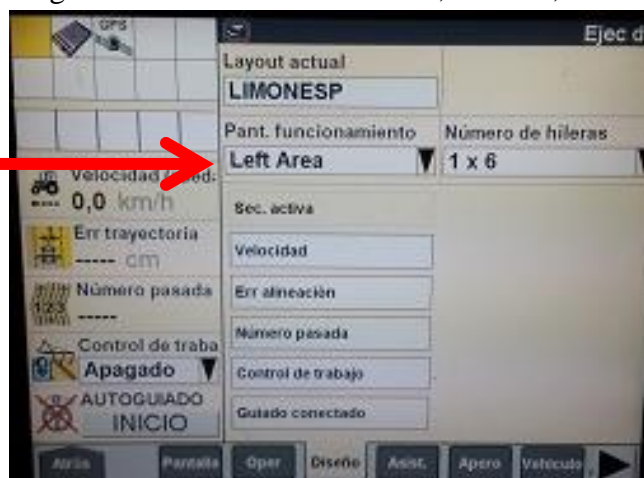
## f) Eject 6

Figura 46. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 6.



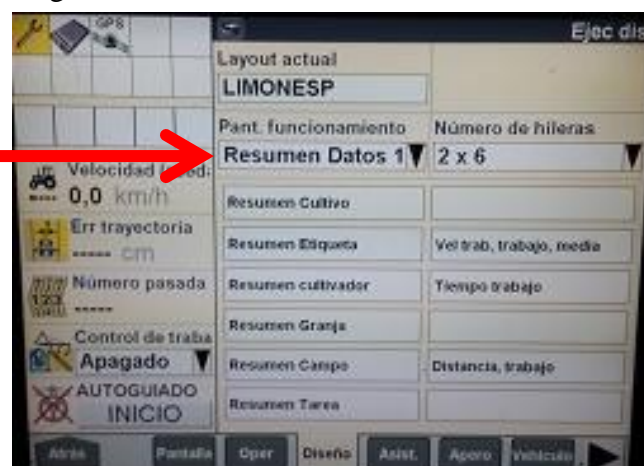
## g) Left Area

Figura 47. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 7.



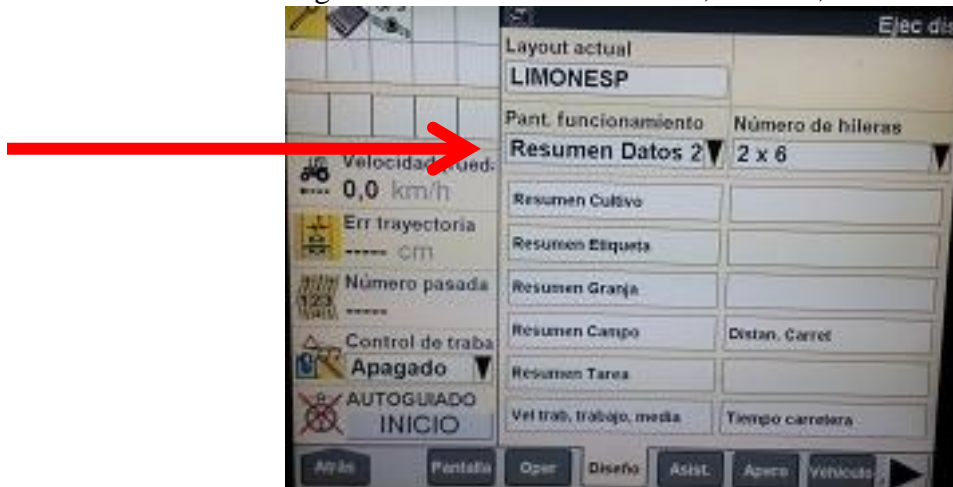
## h) Resumen Datos 1

Figura 48. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 8.



### i) Resumen Datos 2

Figura 49. Ilustración PASO 3.8, inciso c, sección 9.



6) Cada opción **EJECT** de la 1 a la 6 son las visualizaciones de las labores que se quiere ver en pantalla al momento de activar el sistema RTK para tener conocimiento de qué se está haciendo, configuramos a nuestro criterio y requerimiento de la empresa los parámetros que deseamos ya que se cuenta con diversidad de opciones para ingresar dentro de este parámetro. Se pueden utilizar 2 opciones **EJECT** solamente para poder utilizar el sistema RTK. Los **EJECT** como ejemplo se configuran en “DISEÑO” la opción de “**EJECT 1**” y “**EJECT 3**” para iniciar con la operación de surqueo con RTK de la siguiente manera:

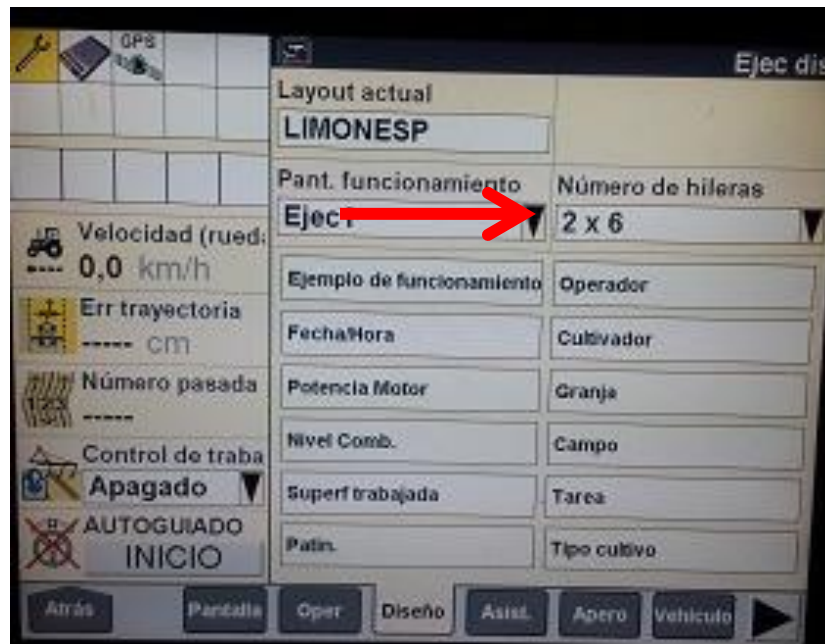
a) Se presiona el cuadro en blanco debajo de “**Pant. Funcionamiento**” y seleccionamos “**EJEC 1**”:

Figura 50. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 1.



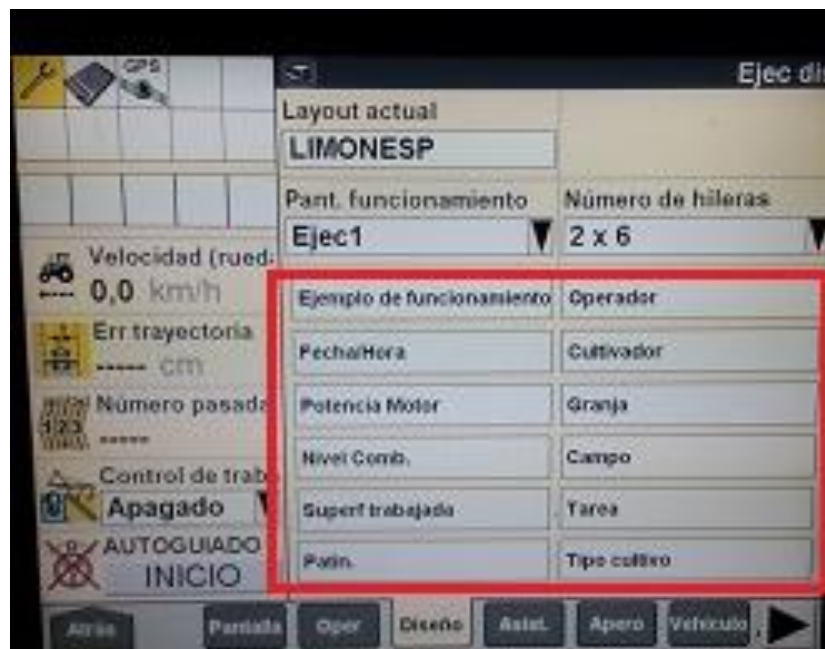
b) Se continúa seleccionando el número de hileras presionando el cuadro blanco debajo del enunciado “**Número de hileras**”, seleccionamos **2x6**:

Figura 51. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 2.



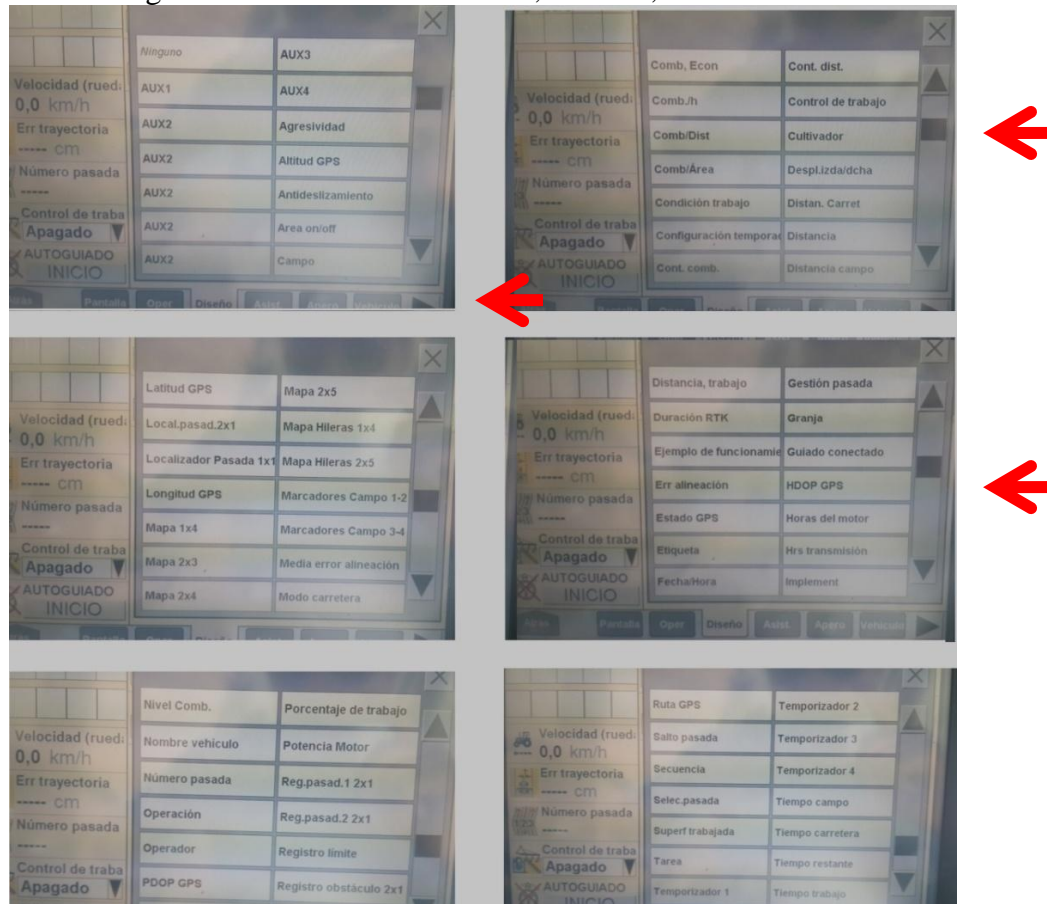
c) Al seleccionar “**EJECT 1**” automáticamente desplegará en la pantalla 12 rectángulos en los cuales aparecen varias opciones:

Figura 52. Ilustración PASO 3.8, sección d, inciso 3.



d) Configuramos cada uno de los recuadros en **EJECT 1** presionando sobre el rectángulo blanco, al presionar cada uno de ellos nos mostrará en pantalla un cuadro nuevo con varias funciones en las cuales se puede desplazar hacia arriba o abajo presionando las flechas negras mostradas hasta encontrar lo solicitado:

Figura 53. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 4.



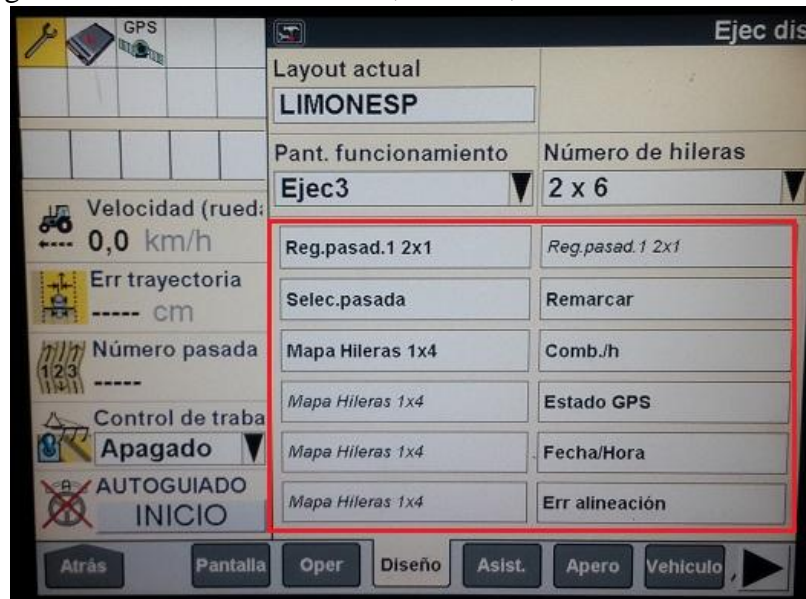
e) A continuación se busca y seleccionan las opciones que se desea visualizar en los “EJECT” según, dejando los parámetros de la siguiente manera:

Figura 54. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 5.



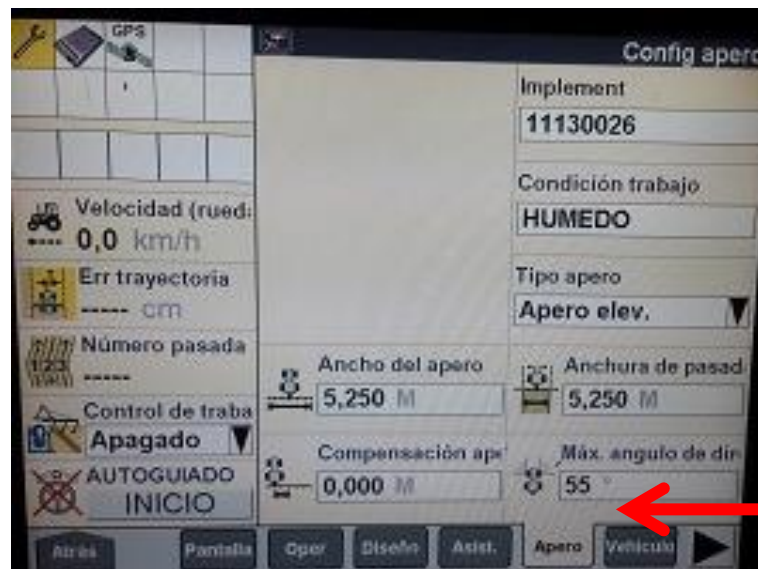
f) Se finaliza configurando “EJECT 3” de la misma forma que se realizó la configuración de las opciones de “EJECT 1” hasta dejar configurado con las opciones de visualización que se presentan a a continuación:

Figura 55. Ilustración PASO 3.8, inciso d, sección 6.



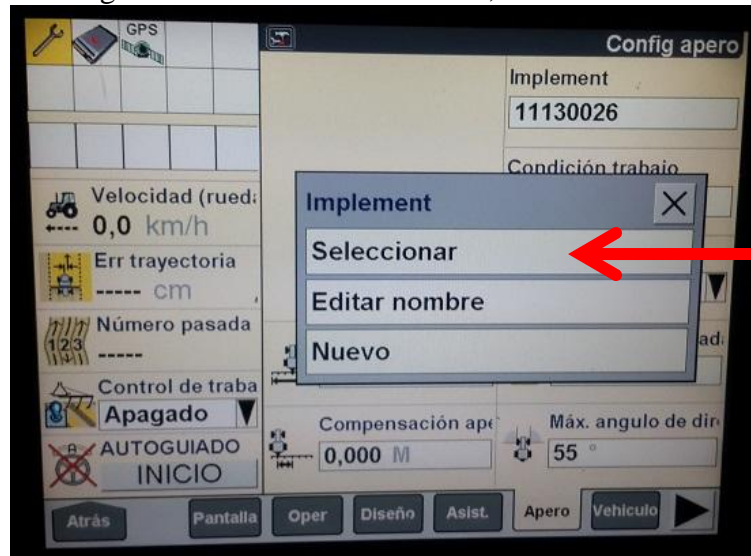
i. **Paso 3.9:** A continuación se realizan las configuraciones correspondientes del implemento, en esta sección ingresamos los datos de las mediciones realizadas y las medidas establecidas por la empresa sean estos el ancho de franja, anchura de pasada, compensación de implemento y ángulo máximo de inclinación. Iniciamos presionando el botón “Apero” el cual nos desplegara el siguiente menú donde configurar el implemento el cual es un surcador:

Figura 56. Ilustración PASO 3.9.



1) Se configura el código de finca del implemento seleccionando el espacio en blanco debajo de **“Implement”** desplegando en pantalla el siguiente cuadro:

Figura 57. Ilustración PASO 3.9, inciso a.



2) Si el implemento ya existe presionamos **“Seleccionar”**, desplegará en pantalla un listado de implementos guardados, aquí se selecciona el que se quiere utilizar:

Figura 58. Ilustración PASO 3.9, inciso a, sección 1.



3) Si se quiere crear un nuevo nombre de implemento, se presiona en “Nuevo”, desplegará en pantalla un cuadro con letras en el cual se presiona letra por letra hasta crear el nombre del nuevo implemento, en este caso se crea el nombre de implemento **11130026** y se presiona “Confirmar”:

Figura 59. Ilustración PASO 3.9, inciso b.

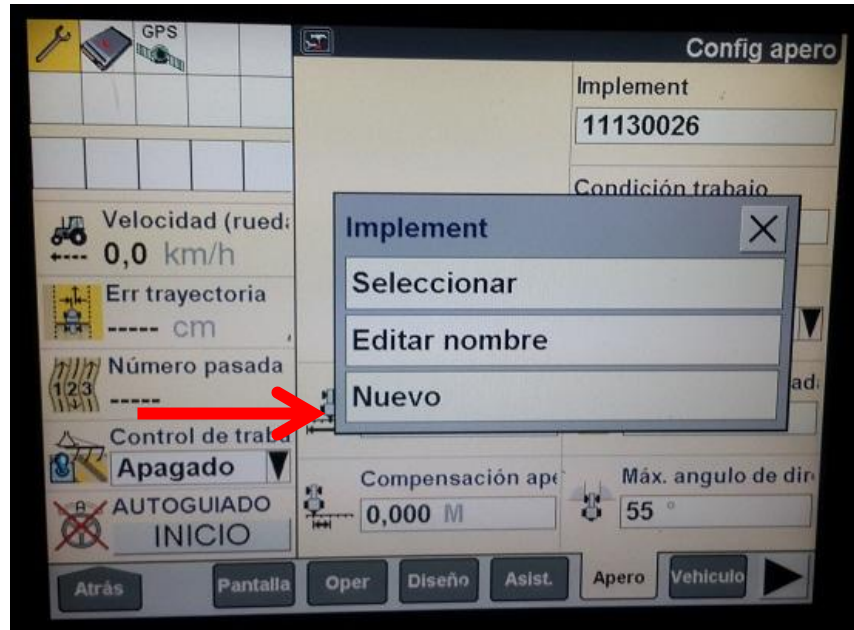
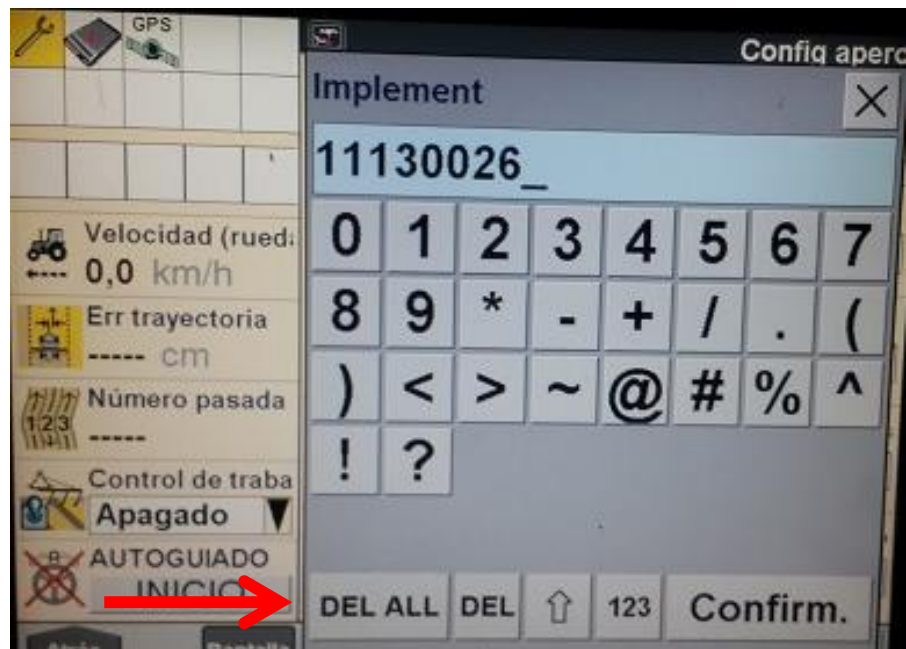
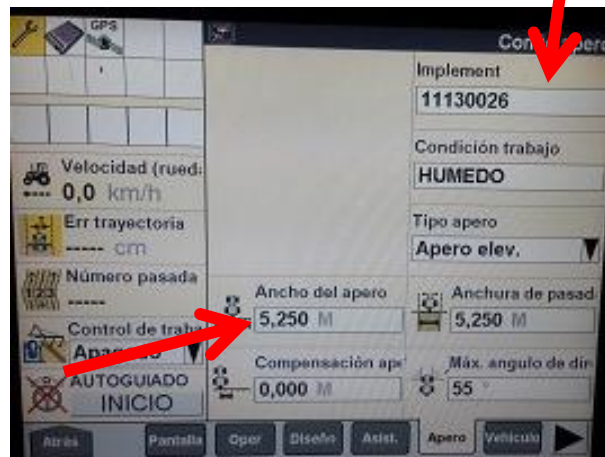


Figura 60. Ilustración PASO 3.9, inciso b.



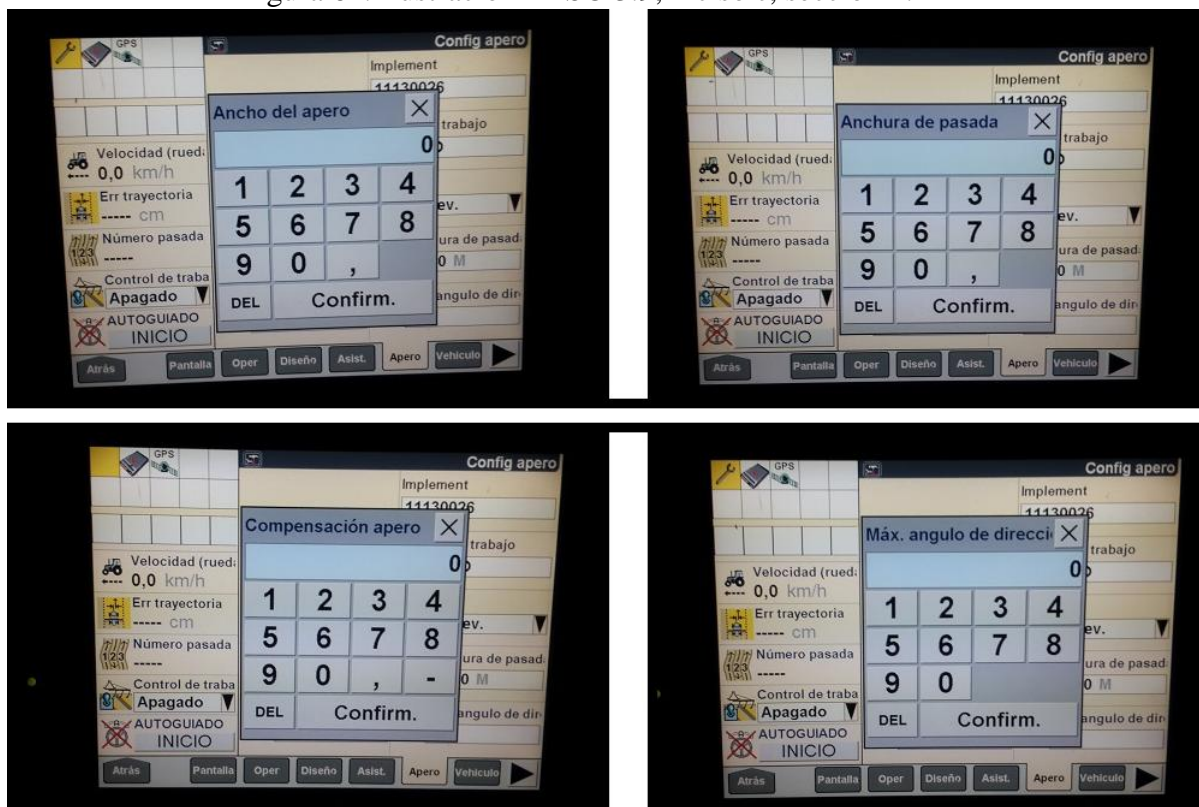
4) A continuación se ingresan las configuraciones del implemento establecidas por la empresa para el ancho de franja y el ancho de pasada, estos datos son los esenciales para que el implemento surcador pueda crear surcos lineales y precisos, los datos a ingresar son los que se tomaron en **Paso 2.1** y **Paso 2.2**, ingresamos los valores primero presionando el recuadro en blanco debajo de **Ancho del apero**:

Figura 61. Ilustración PASO 3.9, inciso c.



a) Al haber presionado desplegará en pantalla un cuadro en el cual se establece los números de las mediciones presionando número por número. Tomar en cuenta que la “coma ( , )” es un indicador de número decimal:

Figura 62. Ilustración PASO 3.9, inciso c, sección 1.



**i. Paso 3.10** Ya realizadas las configuraciones de **Pantalla, Operador, Diseño y Apero** en el módulo de **“CONFIGURACIONES”** se procede con implementar el sistema RTK en el proceso de surqueo siguiendo los siguientes pasos:

1) Se busca y se presiona el botón **“ATRÁS”** para salir del menú **“CONFIGURACIONES”** para poder regresar al Menú principal:

Figura 63. Ilustración PASO 3.10, inciso a.



2) Se presiona el botón **“ACCESO RÁPIDO”**, desplegará en pantalla un nuevo menú en el cual se encuentran los **“EJECT”**.

Figura 64. Ilustración PASO 3.10, inciso b.

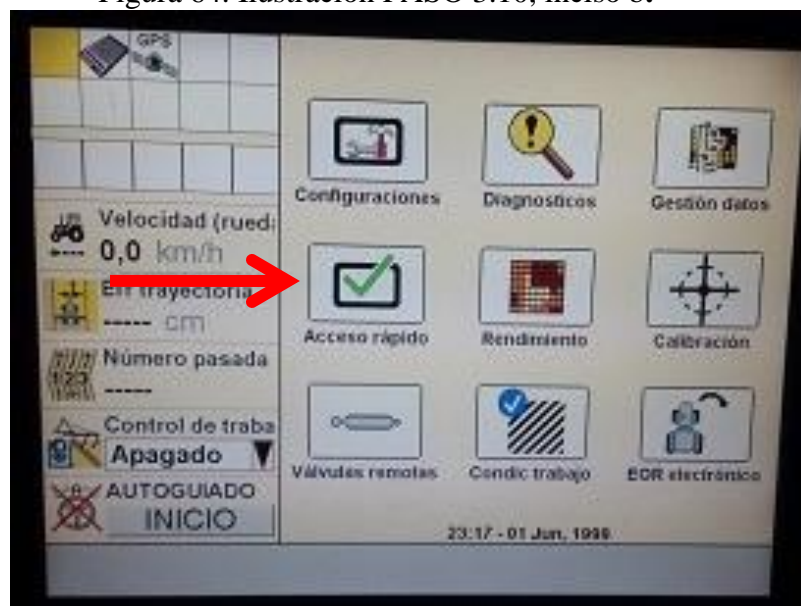
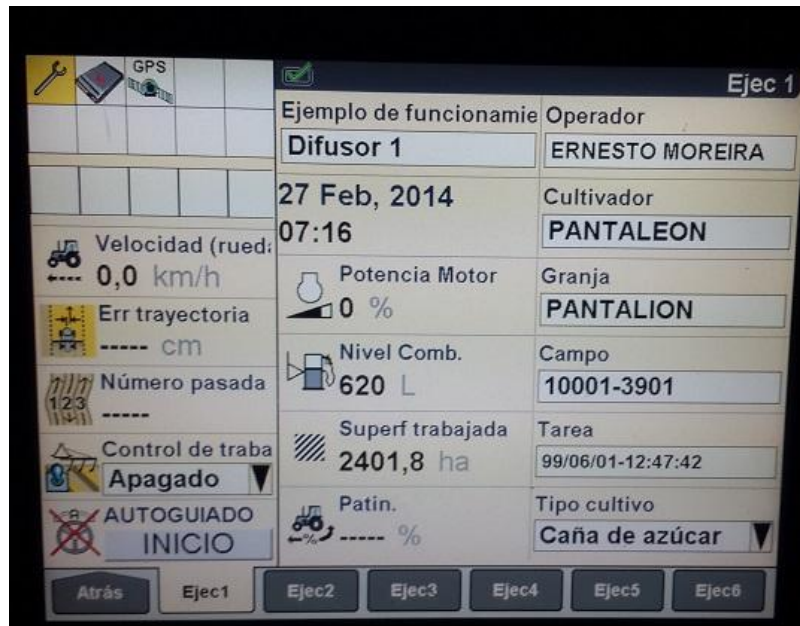
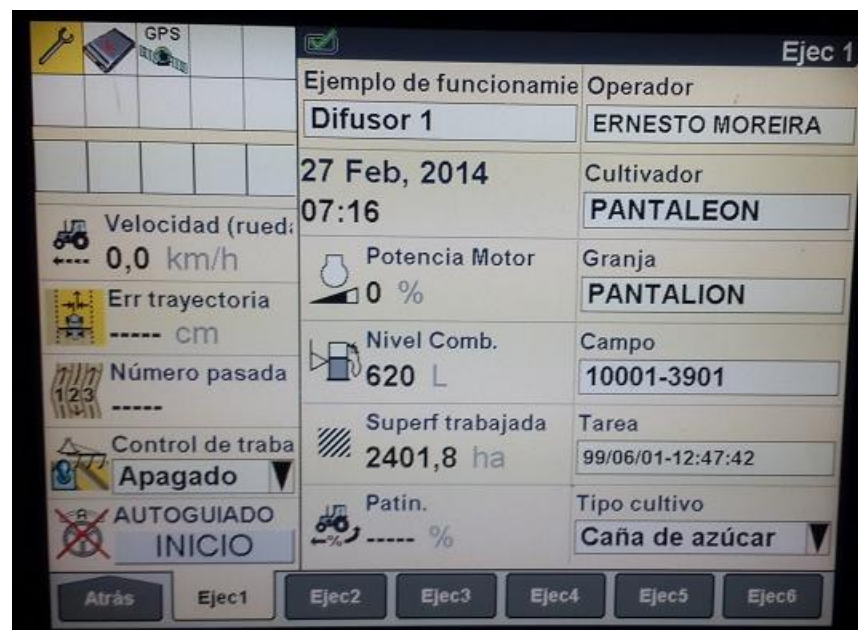


Figura 65. Ilustración PASO 3.10, inciso b.



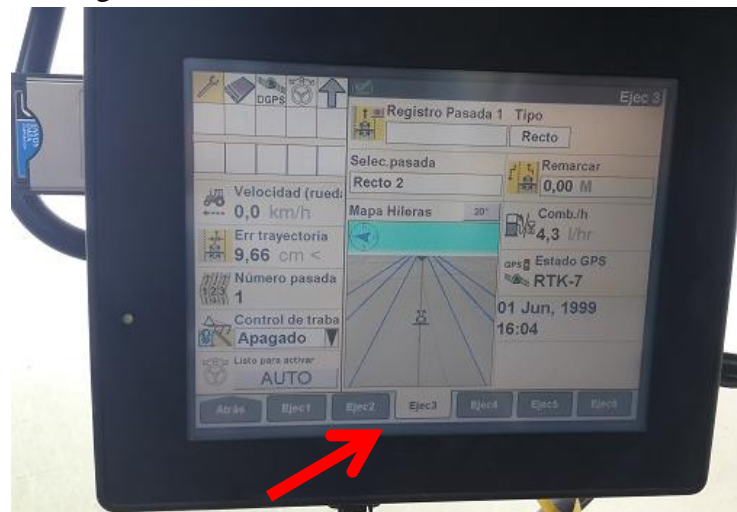
3) Como se explicó en el **Paso 3.8** sección **d** se configura solamente “**EJECT 1**” y “**EJECT 2**”, por lo tanto se utilizan esas dos opciones, se presiona “**EJECT 1**” y mostrará los datos seleccionados en el **Paso 3.8** sección **d** inciso **5**:

Figura 66. Ilustración PASO 3.10, inciso c.



4) A continuación se presiona el botón “EJECT 3”, nos desplegará el siguiente menú:

Figura 67. Ilustración PASO 3.10, inciso d.



5) El nuevo menú mostrará un pequeño mapa en el cual se observa lo siguiente:

- a) Un pequeño tractor centrado sobre una línea roja.
- b) A los costados de la línea roja se observarán líneas azules, estas son llamadas “hileras”.
- c) Las líneas azules fueron creadas automáticamente por el sistema tomando en cuenta las medidas configuradas en la opción de “APERRO” en el **Paso 3.9** sección **c** inciso **1**, la distancia entre líneas es equivalente a la configurada en este paso, por lo tanto basados en los datos ingresados la distancia es de 5.25 metros ya que es nuestra distancia de extremo a extremo del implemento surcador la cual llamamos **ancho de franja**, es fundamental tomar en cuenta que el valor de la medida del ancho de franja está definido por la empresa, por lo tanto puede variar, además tomar en cuenta que la distancia de entre surcos también dependerá de las requisiciones de la empresa. En el espacio definido del ancho de franja, el implemento surcador creará la cantidad de surcos que el operador establezca desde el implemento, en este ejemplo se utilizará un surcador de **3 líneas**:

Figura 68. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 1, 2, 3.



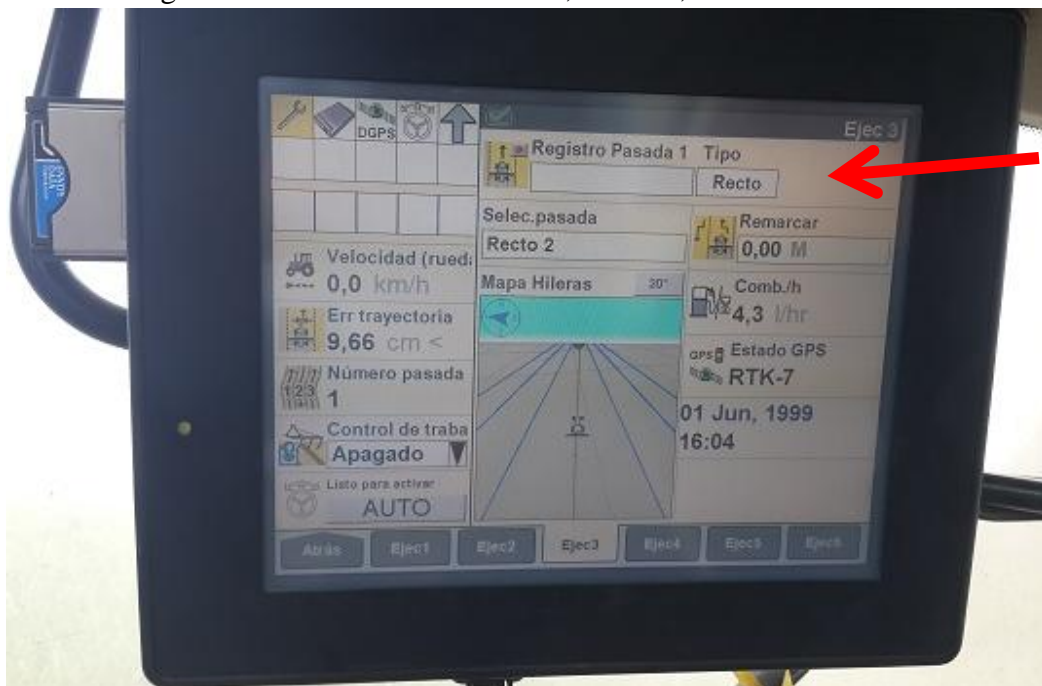
6) El siguiente paso para implementar el sistema RTK en surqueo es reconocer el terreno a trabajar:

Figura 69. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 4.



7) Reconocido el terreno debemos configurar nuestra línea de trabajo de extremo a extremo del campo o sea franjas. Se inicia configurando nuestro punto de **inicio** llamado punto **A**, se presiona el botón **“RECTO”**:

Figura 70. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 5.



8) Desplegará en pantalla un cuadro en el cual debemos elegir “RECTO” ya que surquereamos en línea recta:

Figura 71. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 6.



9) Se continúa configurando nuestra ruta de trabajo, esta ruta se quedará guardada en la memoria. Esta configuración define nuestra ruta en el área específica, sea esta el **pante y finca**, la cual se puede utilizar los años que se deseen en un futuro y no tendrá ninguna variación o desfase en la medida del surco, a esto se le llama **Repetitibilidad**. Se inicia presionando debajo de “Registro de Pasada 1” desplegándonos en pantalla un cuadro en el cual crearemos la ruta:

Figura 72. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 7.



10) Se presiona “**Lista**”, nos desplegará en pantalla un cuadro en el cual se encuentran guardadas rutas, se presiona en “**Nuevo**”, aquí nos desplegará en pantalla un nuevo cuadro que contiene letras, se presiona letra por letra hasta completar el nombre de la ruta que establezcamos, en este ejemplo se pone como nombre “**RECTO 2**”, se presiona **CONFIRMAR** para guardar.

Figura 73. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 8.

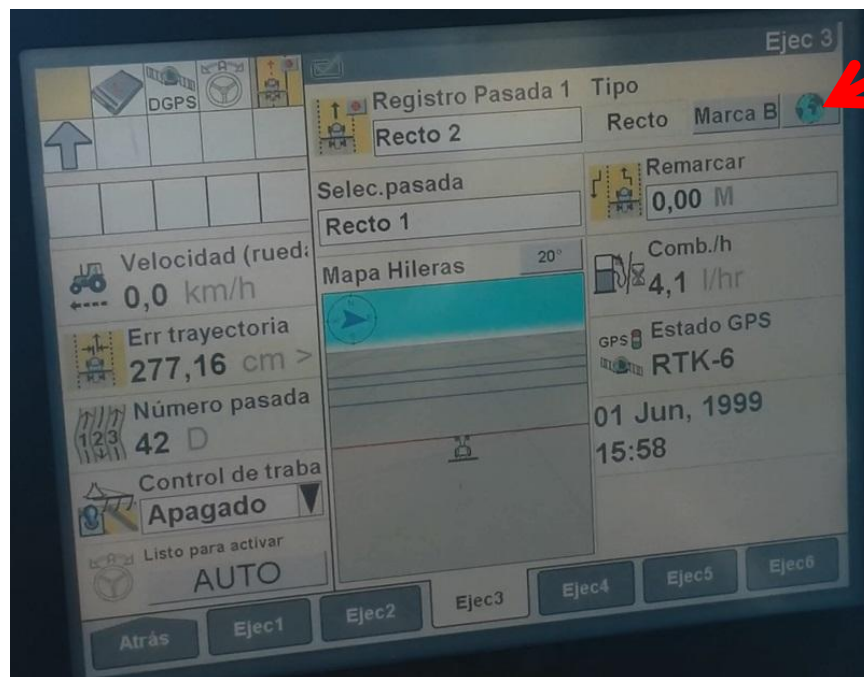


11) Se presiona en el cuadrado blanco debajo de “**Registro de Pasada**” y se elige cualquiera de las opciones **RECTO**, en este caso se elige presionando **RECTO 2** la cual se crea, se notará que aparecerá en pantalla un nuevo recuadro color gris con el nombre de **Marca A**, este será nuestro punto de inicio, se presiona para dejar guardado nuestro punto de inicio el cual será el del surco a realizar, habiendo presionado este botón automáticamente cambiará **Marca A** de **Marca B** :

Figura 74. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 9.

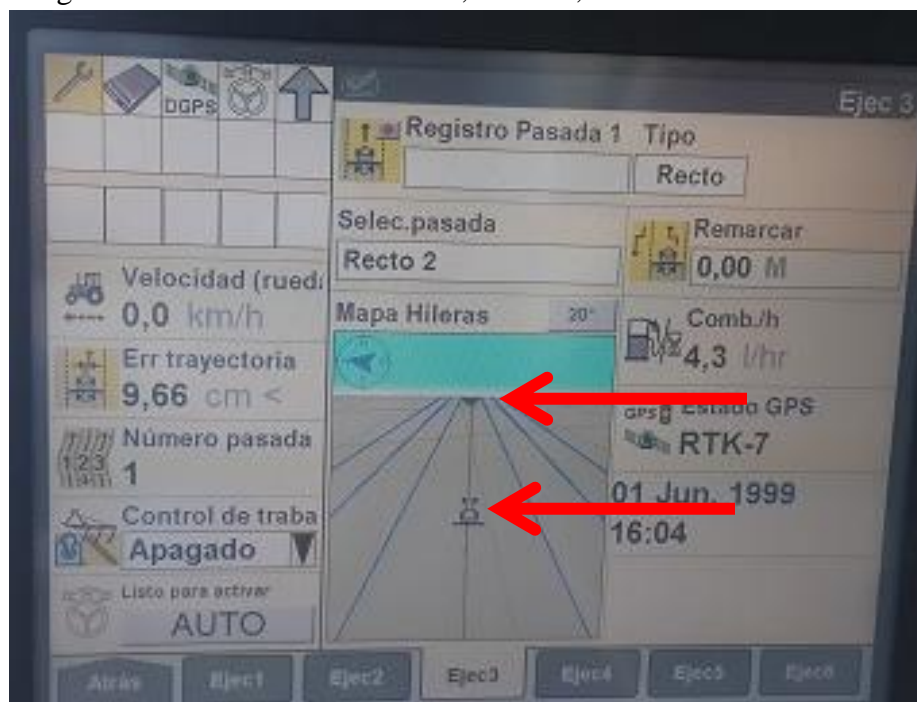


Figura 75. Ilustración PASO 3.10, inciso 3, sección 9.



12) Al haber presionado **Marca A** se inicia nuestro recorrido hasta el destino final del surco, al llegar al destino, el sistema grabará nuestro recorrido de forma automática, al llegar al final del surco se presiona en pantalla **Marca B** para definir **completamente** el recorrido del proceso de surqueo, siendo estos los puntos de inicio (**Marca A**) y final (**Marca B**), los datos quedarán guardados en “RECTO 2”. Esto se puede observar en pantalla:

Figura 76. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 10.



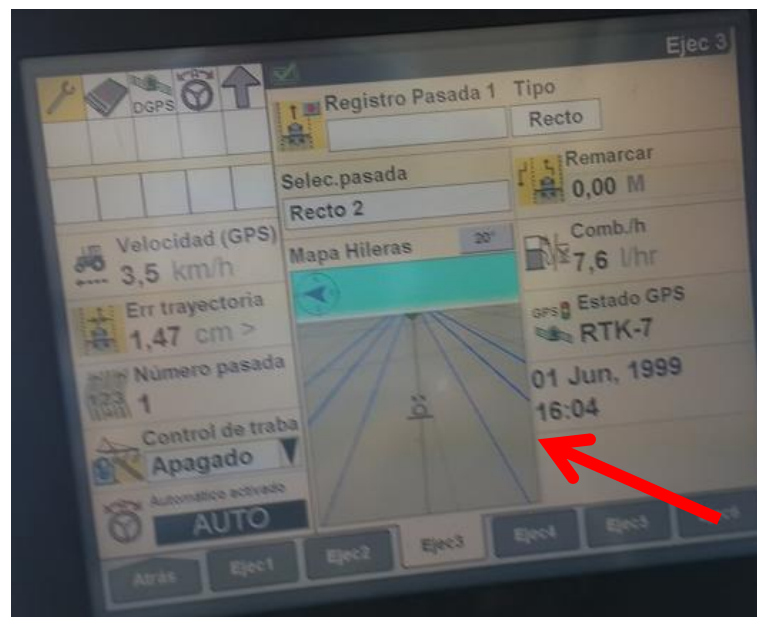
13) A continuación se selecciona en “**Selec. Pasada**” el registro **RECTO 2**, seguido para que el tractor recorra de forma automática los puntos guardados e iniciar el surqueo con el sistema **RTK** se presiona el botón **AUTO**; este se encuentra en pantalla y en el tablero de la palanca de aceleración:

Figura 77. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 11.



14) Podrán notar que al presionar el botón **AUTO** el tractor automáticamente buscará la línea de la franja trazada, hecho esto, la franja del punto **Marca A** al punto **Marca B** será recorrida de forma automática por el tractor, iniciado el proceso de recorrido automático el símbolo señalado en rojo nos indica que el sistema está activo, el botón **AUTO** se cambiará a negro. el operador la única maniobra que realizará es el control del implemento y el de aceleración del tractor agrícola, variando la velocidad en un rango de 10 km/h a 15 km/h:

Figura 78. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 12.



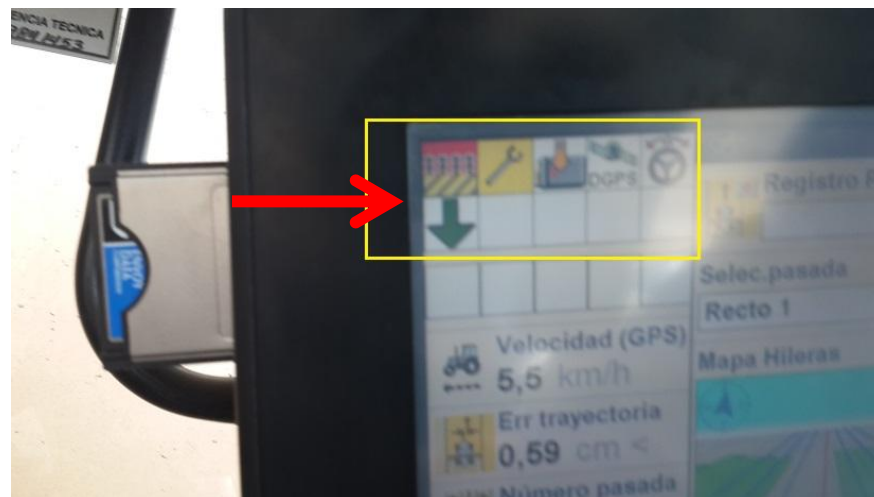
15) En el **Mapa de Hileras** se notará el proceso del surqueo, se mostrará con verde las áreas trabajadas con el surcador:

Figura 79. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 13.



16) Al momento de llegar a nuestro punto final en la pantalla desplegará una alerta indicando que está cerca nuestro destino, ésta alerta se identifica en la parte superior izquierda de la pantalla:

Figura 80. Ilustración PASO 3.10, inciso e, sección 14.



17) Llegando a nuestro destino, se debe tomar el control nuevamente del timón y maniobrar el tractor a la dirección deseada. Para trazar un nuevo surco, solamente se posiciona sobre la línea trazada en la pantalla y presionamos el botón **AUTO** Así se finaliza el proceso de surqueo con el sistema RTK. Siguiendo estos pasos se puede aplicar en las distintas áreas a trabajar.

**Nota:** Si surge algún problema durante la operación en programación y en operación comunicarse con el representante del sistema RTK en Guatemala.

#### **4. PASO 4 (Recolección de datos e interpretación de resultados de sistema RTK)**

a. **Paso 4.1:** Al haber realizado las operaciones de surqueo de precisión en campo procedemos a realizar la toma de datos extrayendo la memoria de la pantalla AFS PRO 600 y la ingresamos al lector de memorias de la computadora.

b. **Paso 4.2:** Se inicia el software **Case IH AFS Advance**, y se extrae los datos de la memoria para analizar los resultados. El software nos mostrará todos los datos que deseamos analizar sean estos los tiempos de operación, consumo de combustible, hectáreas trabajadas, entre otros.

c. **Paso 4.3:** Ya con los datos recolectados para calcular la mejora en eficiencia y en productividad comparamos con datos históricos de la empresa sea esta *Pantaleón S.A.* Por políticas de privacidad de la empresa *Pantaleón S.A.* no fueron proporcionados los datos de surqueo con sistema RTK.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **A. CONCLUSIONES**

1. La implementación del manual de procedimientos de RTK en operaciones de surqueo le da el beneficio a los operadores de introducirlos al sistema de surqueo de precisión de una forma sencilla, lo que genera confianza en la operación.
2. El diseño de los procedimientos ilustrados paso a paso ayuda al aprendizaje del operador para la utilización del sistema RTK en el proceso de surqueo de precisión, familiarizándolos con los accesorios que componen el sistema para surqueo de precisión logrando que la puesta punto de todo el equipo sea más efectiva.
3. La creación del manual de procedimientos como introducción al proceso de surqueo de precisión facilitará al nuevo usuario la utilización del sistema capacitándolos con los pasos secuenciales, logrando que la operación sea más efectiva y a la vez aumentando la productividad del mismo.

## **B. RECOMENDACIONES**

1. Es importante para un buen funcionamiento, mantener todo el equipo en buen estado, receptores de señal, antena, cableado, transmisor, baterías, y todo el equipo correspondiente.
2. No se debe trabajar con el sistema RTK bajo condiciones de lluvia ya que ésta afecta la recepción de la señal satelital generando problemas en la operación.
3. El operador no debe levantarse del asiento durante la operación en modo automático de surqueo con sistema RTK ya que el tractor no detectará presencia de piloto y suspenderá el proceso parqueando el equipo.
4. El operador debe tomar en cuenta que el tractor en surqueo de precisión trabajara de forma automática solamente en los puntos marcados sean estos A y B, lo que significa que al momento de finalizar el destino, no regresará a la coordenada trazada de forma automática, este proceso lo debe hacer el operador.
5. Para prolongar el tiempo de vida de cada accesorio del sistema RTK se debe dar mantenimiento antes y después de cada uso.

## V. BIBLIOGRAFÍA

AFS Pro 600 AFS Pro 700. 2010. Sistema agrícola avanzado AccuGuide de todas las marcas, Sistema agrícola avanzado RowGuide. *Guía de funcionamiento del software, versión de software 26*. 1ra Edición Español. Págs. 1-119.

CASE IH. 2011. *MANUAL DEL OPERADOR*. Tractores Magnum 235, Magnum 260, Magnum 290, Magnum 315, Magnum 340.

Daniel A. Emmen. 2004. *La agricultura de precisión: una alternativa para optimizar los sistemas de producción*. Panamá, 2 págs (pág. 68 y pág. 69).

Eng. Agr. Rubens Hille Siqueira. 2011. *AFS Auto Guide Magnum, Manual de instalação para tratores sem pré-disposição*. Brasil, págs. 4.

Lucas Lingua. 2013. *Entrenamiento Técnico CASE IH en Agricultura de Precisión – AFS*. Guatemala, 49 págs.

## VI. ANEXOS

1. **Sensores de dirección/giroskopios.**
2. **Antena receptora de señal GPS NH 262+Ag450:** Recibe la señal radial del GPS del satélite y la transfiere al receptor.

a. **Recomendaciones:**

- Estar alejada de cualquier estructura metálica por los rebotes de señal e instalarla a 9 mt de la base de la antena transmisora para que la torre no genere sombra, por lo tanto no generar interferencia de recepción de señal GPS.
- Verificar que en un radio de 100 mt no haya una antena igual, de la competencia o de transmisión de señal telefónico para evitar choques de frecuencia.



3. **Receptor de señal GPS (color amarillo):** Realiza el cálculo de la georeferencia y lo pasa al transmisor. Tiene una batería interna de duración aproximada de 10 hrs.



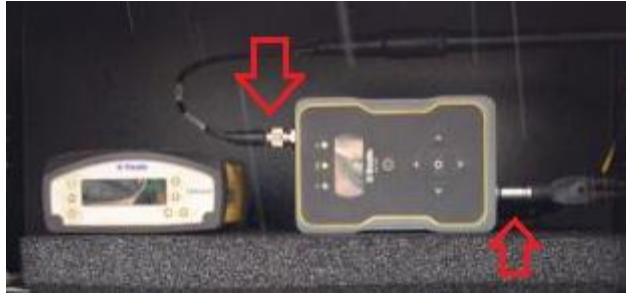
4. **Cable de unión antena emisora con receptor (cable color amarillo):** Envía señal de GPS recibida por la *antena receptora* hacia el receptor de señal GPS.



5. **Transmisor de señal:** Este dispositivo transmite la señal GPS recibida por la antena y la receptora de señal GPS.



6. **Cable coaxial transmisor de señal:** Este transmite la señal del transmisor hacia la antena.



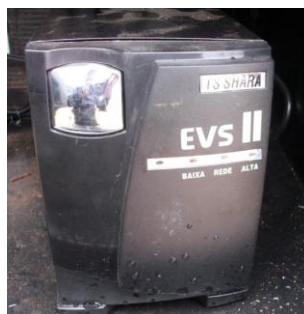
7. **Torre metálica:** 30 mt de alto para instalación de antena transmisora.



8. **Antena transmisora de señal:** Esta antena transmite la señal RTK al tractor.



9. **Estabilizador de tensión (UPS):** Protege el sistema de variaciones de voltaje.



10. **Cargador de baterías:** Mantiene la carga estable de la batería de alimentación eléctrica del sistema.
11. **Batería de alimentación 12VDC:** Proporciona energía a todo el sistema de recepción y transmisión de señal.
12. **Housing o contenedor para almacenamiento de las herramientas:** este no debe ser pintado de color negro para evitar absorber calor ya que los equipos generan temperatura.
  - b. **Recomendaciones:** Pintar de color blanco para que no absorba demasiado calor.
13. **Tractor Case Magnum 235:** Tractor agrícola marca CASE IH modelo MAGNUM 235 serie línea ZBRD con una potencia de 232 caballos de fuerza instalados en el motor, con una transmisión Full Powershift de 18 velocidades, con una capacidad de levante de 6780 kg.
14. **Monitor AFS Pro 600:** En este accesorio se realiza la programación de los trabajos a efectuar en las diversas operaciones, en nuestro caso el surqueo, estableciendo cantidades, calidades, presiones de lubricantes, velocidad, kilometraje, consumo de combustible, entre otras.
15. **Antena receptora RTK:** Es una antena Case IH AG262 la cual recibe señales RTK y GPS para interpretación y envío al controlador NAV II.
16. **Controlador NAV II:** Es un controlador que almacena toda la información refiriéndose a la programación y encargado de enviar la señal al tractor agrícola.

## VII. GLOSARIO

- 1. GPS:** Conocido por sus siglas en inglés como Global Position System que en español significa Sistema de Posicionamiento Global, es una señal satelital libre y autónoma, no se paga. Tiene un margen de error de 10 mts aproximadamente. Esta señal es proporcionada por 24 satélites que orbitan sobre el planeta tierra a una altura respecto al suelo terrestre de 20,200 km, teniendo trayectorias sincronizadas para cubrir toda la tierra las cuales nos permiten una recepción continua de la señal debido a la cantidad de satélites en órbita respecto a la distancia. Cuando se desea determinar la posición de un objeto, el receptor a utilizar localiza como mínimo un total de 4 satélites en órbita de los 32 actualmente.
- 2. RTK:** RTK en inglés significa Real Time Kinematic, traducido al español, “navegación cinética en tiempo real”, es una técnica de posicionamiento basado en señales GPS, GLONASS y GALILEO.
- 3. Precisión GPS:** Se logra cuando mis coordenadas se aproximan a la real, si el satélite me dice en qué punto estoy, ósea cuanto la coordenada se aproximan a la posición o punto real, por ejemplo; al establecer dos puntos, uno A y otro B, si estoy en A y me marca en A, es preciso, al igual que si estoy en B y me marca B.
- 4. Latitud:** Esta es la distancia angular generada entre el ecuador y un punto determinado del planeta la cual se mide a lo largo del meridiano que pasa desde ese punto. La medición de la latitud es en grados (símbolo “° “ ) entre 0 y 90.
- 5. Longitud:** Es la distancia que se encuentre entre dos puntos, esta es la distancia entre sus extremos, extensión lineal de principio a fin.
- 6. Altitud:** Nos indica la distancia que se encuentra el objetivo respecto del suelo hasta la unidad de medición.

7. **Precisión:** En agricultura de precisión, proceso de surqueo se refiere a lo más cercano que están los valores medidos unos con otros.
8. **Simetría:** En agricultura de precisión hace referencia a la exactitud entre los valores establecidos, en este caso valores entre surcos.
9. **Repetitibilidad:** Se refiere a la cantidad de veces que se puede volver al lugar exacto en donde se estuvo laborando sin margen de error.
10. **Cintilación:** Es un fenómeno atmosférico que afecta a la ionosfera, una de las capas de la atmosfera, afectando las ondas de radiofrecuencias emitidas por las señales GPS y RTK, anulando así las señales de manera temporal, esta afecta en los horarios de 15:00 hrs a 17:00 hrs.
11. **Parámetros:** Son datos indicadores basados en valores numéricos.
12. **Surqueador:** Es un implemento utilizado en preparación para crear agujeros lineales en la tierra antes de sembrar. Se puede calibrar a las medidas que la empresa determine para un mejor rendimiento.
13. **AUTO:** Hace referencia al modo de operación de forma automática en el proceso deseado, activa esta función, el tractor recorrerá solo sin necesidad de maniobra del operador la trayectoria trazada.