



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

Manejo de equipos GPS para nivelación de suelo y siembra mecanizada con pilotos automáticos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Empresa Agrícola Miramontes, San Lorenzo, Boaco, 2018

Autora

Br. Ana Teresita Zúniga Muñoz

Asesores

Ing. Rene Orúe Gómez
Ing.MSc. Henry Duarte Canales

Managua, Nicaragua
Noviembre 2019





“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

Manejo de equipos GPS para nivelación de suelo y siembra mecanizada con pilotos automáticos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Empresa Agrícola Miramontes, San Lorenzo, Boaco, 2018

Autora

Br. Ana Teresita Zúniga Muñoz

Asesores

Ing. Rene Orúe Gómez

Ing.MSc. Henry Duarte Canales

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

Managua, Nicaragua

Noviembre 2019

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

Miembros del Tribunal Examinador

MSc. Rebeca González Godínez

MSc. José Adolfo González

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Ing. Norland Antonio Méndez

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua 19 de Noviembre de 2019

DEDICATORIA

A *Dios*, por su infinito Amor y Misericordia al permitirme culminar con éxito una meta más en mi vida.

A la Virgen María por ser mi refugio cuando alguna vez dudé y brindarme su protección.

A mis padres Noel Ernesto Zúniga García y Ana Del Carmen Muñoz Gutiérrez por darme la vida, brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Gracias por su entrega, su tiempo y sobre todo por su sacrificio.

A mis hermanos Nohelia Del Carmen Zúniga Muñoz y Noel Santiago Zúniga Muñoz por su cariño sincero y motivación constante.

A mis Amigos con quienes conviví a lo largo de la carrera y siempre me brindaron su amistad Jorge Medina, Juan Carlos Loaisiga, Loodwing Rodríguez, Jorge Sánchez, Luis Eduardo Pérez, Fausto Villagra, Hany Alarcón, Karla Blandón, Tania Navarrete y Darling Gabriela López.

Br. Ana Teresita Zúniga Muñoz.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud, fortaleza, sabiduría para lograr culminar mi carrera.

A la Virgen María por brindarme su amor incondicional de madre y su protección.

A mi asesor Ing. Msc. Henry Duarte Canales por transmitir sus conocimientos a lo largo de la carrera, por su tiempo y apoyo en mi trabajo de culminación.

A mi asesor Ing. Rene Orúe Gómez gracias por el tiempo e interés brindado en la elaboración de este documento. Por sus consejos, correcciones, amistad y confianza.

Al Ing. Enrique Rojas Gerente General de la Empresa Agrícola Miramontes por su hospitalidad y por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías en esta empresa.

A todo el personal de la Empresa Agrícola Miramontes por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos.

A la Universidad Nacional Agraria en especial a todos los docentes, quienes contribuyeron en mi formación académica.

Así mismo agradezco a todas las personal que de una u otra forma estuvieron presentes a lo largo de mi carrera y siempre me brindaron su apoyo.

Br. Ana Teresita Zúniga Muñoz.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADRO	iii
INDICE DE FIGURA	iv
INDICE DE ANEXO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA	4
3.1 Ubicación de la Pasantía	4
3.2 Descripción de la Empresa	4
IV FUNCIONES EN EL ÁREA DE TRABAJO	5
V DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO	7
5.1 El cultivo de arroz	7
5.2 Nivelación de suelos	7
5.2.1 Nivelación con Laser Tradicional	8
5.2.2 Nivelación con GPS	8
5.2.3 Levantamiento Topográfico	11
5.3 Siembra Mecanizada	12
5.4 Características de la sembradora	12
5.4.1 Distribuidores de Semillas y Fertilizante	13
5.4.2 Sistema de Transmisión	14
5.4.3 Calibración de la sembradora	14
5.5 Sistemas GPS para dirección Automática en Siembra de arroz	15
VI RESULTADOS OBTENIDOS	19
6.1 Diseños de nivelación	19
6.1.1 Pendiente cero	19
6.1.2 Pendientes Variables	21
6.1.3 Pendiente fija o uniforme	23
6.2 Ventajas del auto guiado con piloto	25
6.3 Desventajas del auto guiado con piloto	26
VII CONCLUSIONES	27
VIII LECCIONES APRENDIDAS	28
IX RECOMENDACIONES	29

X LITERATURA CITADA

30

XI ANEXOS

32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Densidades de siembra de acuerdo al tipo de sembradora	13
2	Cálculo de calibración de una sembradora.	14
3	Volumen de suelo a remover de Pampas 3 lote 1.	21
4	Volumen de suelo a remover de Sección 9B lote 1.	23
5	Volumen de suelo a remover de Sincolla lote 1.	25
6	Consumo de combustible por labor.	25

ÍNDICE DE FIGURA

Figura		Página
1	Organigrama de Agrícola Miramontes.	5
2	Bloque de válvulas hidráulicas CASE 260 y JOHN DEERE 8430.	9
3	Adaptación Load Sensing.	9
4	Consola X14.	14
5	Piloto Automático.	15
6	Hiper AG.	15
7	Antena AGI-4.	16
8	Levantamiento topográfico realizado con equipos GPS. Pampas 3, lote 1.	19
9	Levantamiento topográfico en 3D pampas 3, lote 1.	20
10	Diseño de nivelación a pendiente cero pampas 3, lote 1.	20
11	Diseño de nivelación a pendiente cero en 3D pampas 3 lote 1.	21
12	Levantamiento topográfico 3D S9B, lote 1.	22
13	Diseño de nivelación pendiente variable S9B, lote 1.	22
14	Diseño de nivelación S9B, lote 1. Pendiente variable en 3D.	23
15	Levantamiento topográfico en 3D Sincolla lote 1.	24
16	Diseño a pendiente fija Sincolla lote 1.	24
17	Diseño de nivelación pendiente fija Sincolla, lote 1 en 3D.	24

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo		Página
1	Glosario de Término.	32
2	Calibración de equipo para siembra con GPS.	33
3	Siembra Nocturna con dirección Automática.	33
4	Siembra directa de arroz con dirección automática.	34
5	Consola x14.	34
6	Piloto Automático instalado en ASE 150 para dirección Automática.	35
7	Consola X14 instalada en CASE 150 para guía Automática en siembra de arroz.	36
8	Mecánico ajustando la presión de profundidad de los discos de la sembradora.	37
9	FOTON 1254 TG trabajando en nivelación convencional.	37
10	CASE 150 Nivelación GPS.	38
11	Equipo de levantamiento topográfico.	38
12	Hiper AG Rover, levantamiento topográfico.	39
13	Hiper AG Rover, levantamiento topográfico.	39
14	CASE 150 trabajando en nivelación GPS.	40
15	CASE 260 trabajando en nivelación GPS.	40
16	CASE 260 amarrándose del BM para nivelar con GPS.	41
17	Estación Base Hiper AG.	41
18	John Deere 8430 trabajando en la nivelación GPS.	42
19	John Deere 8430 con traílla IMC scraper.	42
20	Módulo de Nivelación GPS.	43

RESUMEN

Las Pasantía son una opción del estudiante donde se pone en práctica las competencias desarrolladas durante su proceso formativo, mediante el desempeño de funciones relacionadas con su área disciplinar. El presente Trabajo de Grado corresponde a un informe de la pasantía desarrollada en la empresa Agrícola Miramontes S.A. dedicada al cultivo de arroz, ubicada en el municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco donde se tuvo una experiencia del manejo de equipos GPS para nivelación de suelo y siembra mecanizada con pilotos automáticos en el cultivo de arroz. Mediante las aplicaciones de estas tecnologías se logra una mayor eficiencia en las labores mecanizadas. La agricultura tradicional considera a los campos agrícolas como homogéneos y la aplicación de insumos no incluye la variabilidad de la producción de modo que la agricultura de precisión es la aplicación de la tecnología para el manejo de la variabilidad asociada a todos los aspectos de la producción con el propósito de mejorar los rendimientos del cultivo de arroz.

Palabras claves: Nivelación, Siembra, Precisión, Tecnología, Eficiencia, GPS (sistema de posicionamiento global)

ABSTRACT

Internships are a student option where the skills developed during their training process are put into practice, through the performance of functions related to their disciplinary area. This Degree Project corresponds to a report of the internship developed in the company Agrícola Miramontes S.A. dedicated to the cultivation of rice, located in the municipality of San Lorenzo, department of Boaco where there was an experience of handling GPS equipment for soil leveling and mechanized planting with automatic pilots in rice cultivation. Through the applications of these technologies, greater efficiency in mechanized work is achieved. Traditional agriculture considers agricultural fields to be homogeneous and the application of inputs does not include the variability of production so that precision agriculture is the application of technology for the management of variability associated with all aspects of production with the purpose of improving rice crop yields.

Keywords: Leveling, Sowing, Precision, Technology, Efficiency, GPS (global positioning syste

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua, el Arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del Sector Agropecuario Nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses con un consumo per cápita de 123 libras al año con tendencia a incrementarse. El sector arrocero produce 5.1 millones de quintales esto equivale a 70 % de consumo nacional en los restantes países de Centroamérica el 85 % del arroz es importado.

Según el plan de producción y consumo y comercio ciclo 2017-2018, se estima que se sembrarán 98 mil manzanas de arroz (0.8% de crecimiento) con una producción de 5.4 millones de quintales oro (5.6% de crecimiento), de las cuales 4.7 millones corresponde a arroz de riego y 675 mil quintales a arroz de secano (BCN, 2017).

Por esta razón la modernización de los procesos agrícolas surge como un nuevo desafío. A partir de la década de los setentas, se comenzó a delinear una nueva forma de hacer agricultura con los estudios sobre automatización de máquinas agrícolas. Posteriormente, a finales de la década de los ochentas y comienzos de los noventas, con la liberación del sistema de posicionamiento global por satélite para uso civil, fue posible desarrollar equipos inteligentes que permitieron el manejo localizado de las prácticas agrícolas, con una mayor eficiencia de aplicación de insumos. Esto redujo el impacto ambiental no como consecuencia, disminuyeron los costos de la producción.

La agricultura de precisión (AP) proporciona la capacidad de recopilar, interpretar y aplicar información específica transformando datos e información en conocimiento y rentabilidad, aumentando la precisión de las labores y la eficiencia de los equipos, la AP involucra el uso de los sistemas de navegación global por satélites (GNSS) y los sistemas de información geográfica (SIG) los GNSS (popularmente conocidos como GPS) constituyen receptores de señales satelitales que proporcionan al usuario datos sobre su posición geográfica y altitud permitiendo el manejo óptimo de grandes extensiones (Emiliano García 2009).

La incorporación de los GPS en el proceso de siembra mecanizada consiste en mejorar la eficiencia mediante el uso de guía automática y en la preparación de suelo ha sido uno de los principales factores de progreso de la agricultura logrando así una reducción notable en el tiempo invertido para determinar la topografía del terreno y adecuarla a las condiciones más convenientes para el cultivo.

Las Pasantía son una opción de culminación de estudios en donde el estudiante pone en práctica las competencias desarrolladas durante su proceso formativo, mediante el desempeño de funciones relacionadas con su área disciplinar. El presente Trabajo de Grado corresponde a un informe de la pasantía desarrollada en la empresa AMSA dedicada al cultivo de arroz, ubicada en Tecolostote-Boaco, donde se tuvo una experiencia del manejo de equipos GPS para nivelación de suelo y siembra mecanizada con pilotos automáticos en el cultivo de arroz.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Describir la incidencia de la agricultura de precisión mediante GPS y Láser Tradicional en los procesos de mecanización agrícola en el cultivo del arroz.

2.2.Objetivos específicos

- ❖ Comparar los diferentes diseños de nivelación en el cultivo del arroz a partir del sistema GPS y Láser Tradicional.

- ❖ Contrastar rendimiento de la maquinaria entre nivelación Láser Tradicional y GPS.

- ❖ Describir las ventajas de la guía automática en siembra mecanizada en el cultivo del arroz mediante el uso de sistema GPS.

III CARACTERIZACIÓN

3.1 Ubicación de la Pasantía.

Agrícola Miramontes es una empresa dedicada al cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*) bajo riego por inundación ubicada en el Municipio de San Lorenzo, Departamento de Boaco con coordenadas 12°08'01.2" latitud Norte y 85°42'49.6" longitud Oeste. Con una altitud de 40 msnm, con temperaturas que oscilan 27 y 30.29 °C anual y precipitaciones de 1 517 a 1 877 mm anuales. Cuenta con un área cultivable de 5000 mz con dos ciclos al año, invierno y verano en el cual se siembran 3000 mz por ciclo.

3.2 Descripción de la Empresa.

Agrícola Miramontes es una de las empresas tecnificadas en Nicaragua, produce el 7% de la producción nacional de arroz, para cumplir con esta demanda se encuentra organizada en diferentes Gerencias que se encargan de llevar a cabo todas las actividades, planificaciones y operaciones para la producción.

IV FUNCIONES EN EL ÁREA DE TRABAJO

Gerencia general se encarga de liderar las diferentes divisiones de la empresa para realizar la administración global de las actividades buscando su mejoramiento organizacional, técnico y financiero, coordinar y controlar la ejecución y seguimiento al cumplimiento del Plan Estratégico de producción del cultivo de arroz.

La **Gerencia de operaciones** tiene como propósito principal planificar, organizar, implementar, controlar y validar las actividades administrativas y operativas relacionadas con el manejo de la maquinaria agrícola y los equipos para garantizar que todas las labores agrícolas se realicen en tiempo óptimo.

Gerencia de Producción dirige las operaciones comerciales, ejecuta y controla presupuesto de productos e insumos, verifica la calidad de los productos agrícolas asegurando que cumplan con las normas establecidas, asesora las decisiones técnicas de producción, manejo agronómico, monitoreo y seguimiento del cultivo en cada una de sus etapas desde la preparación hasta cosecha.

Gerencia de Calidad y Semilla comprendida por las áreas de laboratorio, estación experimental y planta de semilla se encarga de realizar análisis y evaluaciones con la finalidad de mejorar la calidad del cultivo de arroz y validar tomas de decisiones de producción.

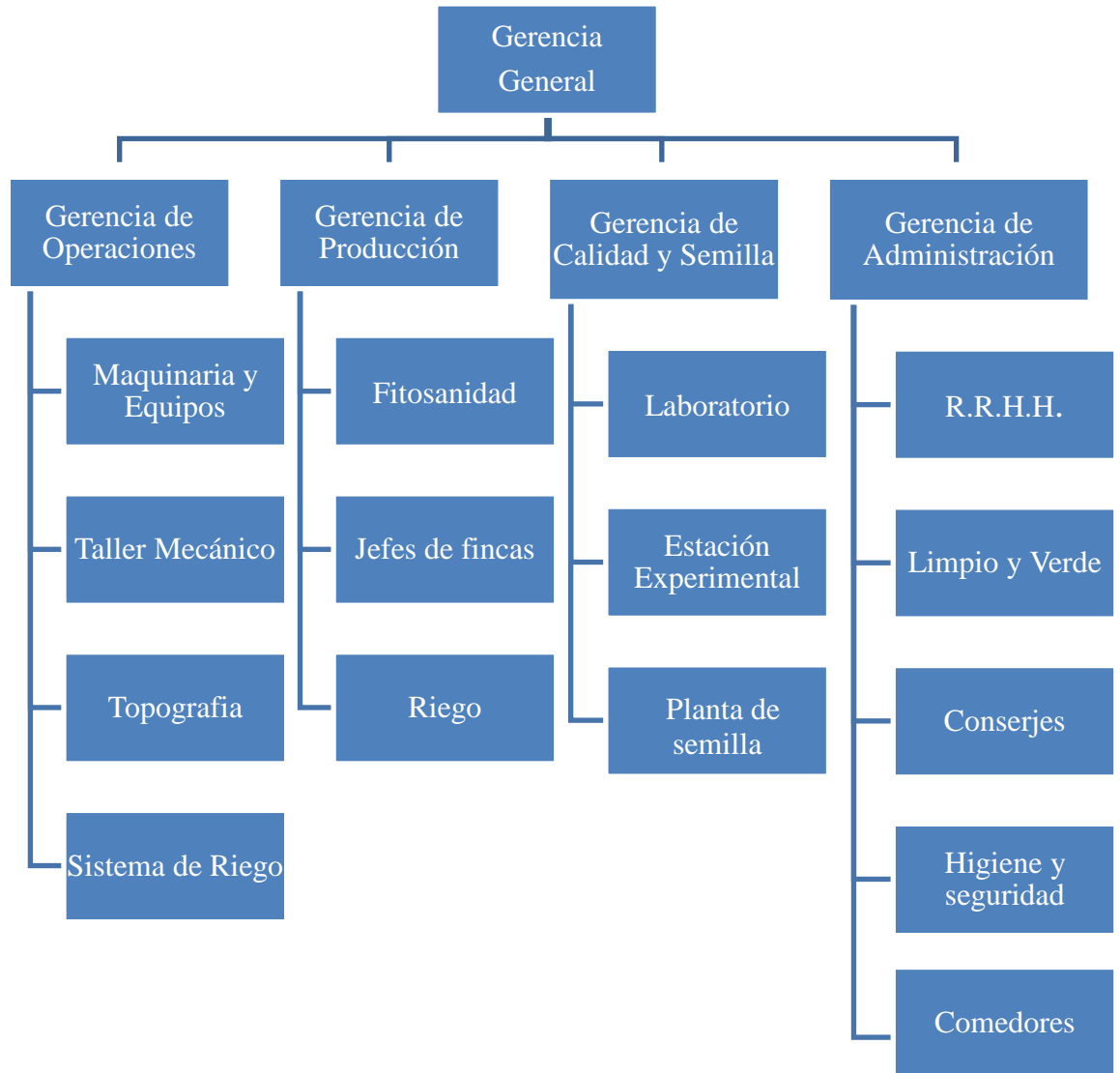


Figura 1 Organigrama de Agrícola Miramontes

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

5.1 El cultivo del arroz.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas, de crecimiento rápido y con gran reproductividad, adaptada a una diversidad de condiciones de suelo y clima.

El arroz bajo riego es cultivado por grandes productores, lo cual representa el 50.71 % del total de áreas establecidas. El área bajo riego genera aproximadamente el 63.4 % de la producción nacional. Nicaragua requiere aumentar la producción de arroz, para garantizar la seguridad alimentaria y lograr un desarrollo sostenible de la producción (INTA, 2011)

Para la producción de arroz se requieren una serie de actividades que van desde la preparación hasta la cosecha, todas éstas se realizan con la implementación de tecnología de precisión lo que nos permite optimizar la calidad de estas. En el sistema de siembra directa la preparación de suelo comienza con la nivelación.

5.2 Nivelación de Suelos

El principal criterio en un proyecto de nivelación es el de seleccionar la pendiente que maximice la efectividad de un sistema de riego y seleccionar la pendiente que minimice el movimiento de suelos. Las necesidades de nivelación están sujetas también al tipo de riego que se pretenda utilizar y por la topografía original del terreno. Independientemente del sistema que se use, la nivelación se tiene que hacer con los cuadros ya formados y cuadro a cuadro; ello permite efectuar un mínimo de traslado de suelo, a un costo inferior y con poco daño a la fertilidad del suelo (Cruz, 2009)

La nivelación de suelos mediante el uso de tecnologías láser tradicional y GPS permite un mayor avance en la preparación de los terrenos para los próximos ciclos del cultivo y mayor eficiencia en las actividades agrícolas. Previo al inicio de la nivelación se debe preparar el terreno con un pase de grada pesada, lo que permite a las máquinas de nivelación remover la tierra con mayor facilidad.

5.2.1 Nivelación con láser tradicional

La nivelación con el sistema láser tradicional tiene como fundamento la copia en el suelo de un plano de luz formada por un emisor. Un transmisor colocado sobre un trípode o una torre en el terreno a nivelar emite un rayo láser que gira a aproximadamente 600 rpm y forma un plano de luz con un alcance de precisión hasta 600 m de radio dependiendo del tipo de aparato. Este plano se ajusta a una pendiente (Cruz, 2009).

El sistema receptor, colocado en el palón o en la pala de arrastre, tiene la función de mantener el nivel de la cuchilla paralelo al plano de referencia; cuando el equipo pasa por una parte alta, el receptor ordena a la cuchilla bajar y cortar, cuando se encuentra en un bajo, se ordena a la cuchilla subir para descargar la tierra. El operador recibe las indicaciones en un tablero ubicado en la cabina con tres luces de colores, que le indican la ubicación del plano láser, superior, intermedio e inferior rojo, verde y amarillo; deberá operar con la luz verde que indica que el receptor está bien ubicado en el plano de luz. El tractor debe tener la potencia adecuada y el sistema hidráulico debe ser lo suficientemente fuerte para trabajar con la frecuencia de ajustes que el láser impone.

5.2.2 Nivelación con GPS

En la actualidad los equipos de nivelación de terrenos en la agricultura han evolucionado en correspondencia con el desarrollo tecnológico basando su funcionamiento en los GPS, como es el caso del sistema AgForm-3D y los Hiper Ag el sistema determina las diferencias de altura referidas a una superficie, permiten estudio de terrenos, diseños de nivelación y realizar levantamientos topográficos con precisión RTK.

No es necesario que exista visión entre las posiciones que se desea relevar, como en la topografía convencional con el uso del teodolito o estación total. Sólo se necesita de una apertura al cielo. Esto quiere decir que no puede haber impedimento físico entre la antena del receptor y los satélites, como, por ejemplo: copas de árboles, construcciones, tendido eléctrico (IICA, PROCISUR, 2014)

Cuando los satélites operan apropiadamente, permiten la captura de una ubicación precisa y rápida, incluso con el receptor en movimiento. La información ya se encuentra en forma digital, lo que permite una integración más fácil con sistemas de informaciones geográficas, de mapeo y computadores de a bordo y controladores de máquinas.

Se puede afirmar que a partir de la disposición del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) por parte del Departamento de Defensa de Estados Unidos para el uso civil al inicio de la década de 1990, se comenzaron a geo referenciar los problemas y soluciones para la agricultura. Para que el sistema funcione en cualquier lugar del planeta, 24 horas al día y sobre cualquier condición climática, el segmento espacial está constituido de por lo menos 24 satélites funcionales.

El número de satélites fluctúa debido a los satélites que son desconectados y a los que son lanzados para entrar en funcionamiento o permanecer como reservas. Los satélites orbitan aproximadamente 20 200 km por encima de la superficie terrestre con tiempo de revolución de aproximadamente 12 horas, en seis planos orbitales con cuatro satélites cada plano. La constelación de satélites fue proyectada para que por lo menos cuatro satélites estén en el campo de la comunicación de cualquier receptor, en cualquier lugar del planeta y a cualquier hora del día, en caso de que no haya ningún impedimento físico o de calidad de señal emitida por el satélite.

Los receptores y antenas que reciben y procesan las señales de los satélites para determinar su ubicación en la tierra, en el aire o en el mar. Dentro de la aplicación civil, se pueden citar: relevamiento de datos para sistemas geo referenciados, navegación marítima y terrestre, topografía, servicios de emergencia, aviación, posicionamiento preciso, agricultura, fotogrametría (IICA PROCISUR 2006)

Funcionamiento Mecánico.

Tanto el sistema laser como GPS trabajan con el sistema hidráulico del tractor. Equipos de alto desempeño como CASE 260 y JOHN DEERE 8430 vienen con electroválvulas incorporadas que transmiten la señal del equipo y la convierten en la presión necesaria para accionar las botellas hidráulicas del implemento de trabajo de nivelación.



Figura 2 Bloque de válvulas hidráulicas CASE 260 (izquierda) y JOHN DEERE 8430 (derecha)

Los sistemas de nivelación tanto GPS como laser operan con sistemas hidráulicos tanto centro abierto como centro cerrado y sus variantes. Es importante señalar que la válvula que se utilice debe tener correspondencia con el tractor en el que está instalada, lo que significa que los tractores de centro cerrado operan con válvulas de centro cerrado, de igual forma lo hacen los equipos de centro abierto, trabajándose únicamente con equipos de centro abierto

En caso de que el tractor sea centro abierto y el equipo centro cerrado es necesario hacer una adaptación conocida como load sensing o caudal a la demanda. Se trata de un sistema que es sensible a la carga que está sometido el circuito y se permite variar el caudal para adaptarlo automáticamente a las necesidades impuestas por los aperos. Con el caudal a la demanda el sistema mantiene una presión latente mucho más baja y la incrementa solo



Figura 3 Adaptación Load Sensing

cuando se necesite, por lo que la potencia absorbida depende de la demanda de caudal y presión.

5.2.3 Levantamiento Topográfico

Con esta técnica de topografía se persigue principalmente determinar la posición del terreno entre dos puntos, sobre un plano horizontal. Define las inclinaciones del terreno teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes en el terreno.

Los receptores con GPS se han convertido en un instrumento de gran utilidad en los trabajos relacionados con el levantamiento topográfico. Son especialmente útiles para determinar de manera precisa y exacta las coordenadas de los terrenos reduciendo al mínimo los márgenes de error.

Equipos Utilizados

1. Equipo GPS TOPCON Hiper AG Base – Hiper AG Rover.
2. Trípode para la instalación del GPS Base.
3. Computadora Portátil.
4. Batería o Acumulador de 12V.
5. Vehículo todoterreno.
6. Material para sujetar equipos.

Procedimiento

Una vez que se tienen todos los equipos en el terreno, se sigue el siguiente procedimiento para el levantamiento topográfico.

Se coloca el Trípode cerca del punto de referencia (BM) ubicamos el GPS Base con su antena en el trípode, se enciende el GPS Base posteriormente se enciende el GPS Rover y la computadora luego se conecta el Rover a la computadora mediante el Bluetooth o cable serial una vez establecida la conexión se conecta el GPS rover al programa, se abre el programa AGFORM y se crea el archivo donde se guardarán los datos del levantamiento.

Marcamos el Punto de Referencia Principal (BM) con la altura de la antena en cero, con el rover ubicado en el suelo, una vez marcado el punto se ubica el rover en el vehículo con el que se realizará el levantamiento. Al entrar al lote se inicia el recorrido para realizar el levantamiento de los puntos del perímetro del lote, se determinan el Azimut o dirección del lote para indicar la orientación de la cuadrícula e indicar la distancia entre líneas se realiza el recorrido para el levantamiento de los puntos interiores del lote y posteriormente el recorrido de las líneas de quiebre o typos cada procedimiento se debe de ir guardando para evitar errores o pérdida de la información.

Luego de terminar el levantamiento, al guardar los equipos se debe de apagar primero la estación rover y por último la estación base. Una vez realizado el levantamiento topográfico se realiza los diseños de los lotes de acuerdo con los criterios más convenientes.

5.3 Siembra Mecanizada

El arroz se ha cultivado tradicionalmente bajo el sistema de inundación; sin embargo, con la escasez del recurso hídrico se ha tenido que recurrir al uso de nuevas técnicas. La siembra en seco se realiza sobre hileras, por lo que requiere de la utilización de máquinas sembradoras que permitan que las semillas y los fertilizantes sean aplicados en la misma fila, ésta es la principal diferencia con la siembra convencional, la que se realiza principalmente al voleo (uso motobomba o avión). (Parada et al 2015). La cantidad de semillas que se utiliza ronda los 2qq Mz. Donde se debe incorporar el fertilizante de forma separada, la siembra mecanizada genera un importante ahorro en el uso de semillas, se recomienda emplear 1.5qq Mz. (Palo2) 1.3qq Mz. (Puita).

Para la siembra se utiliza una sembradora con dosificador de flujo continuo, como las que se usan en cereales de grano pequeño. Estas sembradoras convencionales requieren un suelo bien mullido para la ejecución de la siembra. La máquina sembradora de cero labranzas es conveniente en suelos que no han sido trabajados o que tienen un laboreo mínimo con algunos terrones. Esto debido a que esta máquina profundiza demasiado en suelos bien mullidos.

5.4 Características de la sembradora

Las máquinas poseen una rueda controladora de profundidad que permite fijar la profundidad de siembra en 2 a 3 centímetros. Tienen un espaciamiento entre filas de 17 a 20 cm con 19 filas logrando un ancho de trabajo de 3.20 m, capacidad de sembrar 30 Mz por turno. Además, los discos de la sembradora pueden cortar o mover los terrones dejando una superficie más pareja, permitiendo una mejor germinación y establecimiento de las plántulas de arroz.

Posee tubo alternador, accionado por los cilindros hidráulicos, haciendo el movimiento de elevación y descenso de las líneas. Las máquinas presentan rodado articulado que siempre mantiene el neumático en contacto con el suelo, evitando fallas en la siembra. El rodado articulado permite la realización de la siembra en terrenos irregulares, en las curvas de nivel y sobre las lomas (arroz de riego).

5.4.1 Distribuidores de Semillas y Fertilizante

La distribución de semillas se realiza a través de rotor acanalado helicoidal, con abertura ajustable de acuerdo con el tamaño de la semilla. La distribución de los fertilizantes puede ser hecha por rosca sin fin o por los rotores dentellados. El sistema de rosca sin fin está formado por único y exclusivo sistema de cápsula e interruptor para detener la distribución de fertilizantes, proporcionando mayor agilidad y rapidez en el cambio de la rosca y / o mantenimiento. La cápsula de PVC disminuye la adherencia de abono y también reduce el desgaste del sistema. La semilla es conducida hasta el surcador a través de conductores telescópicos.

Las sembradoras (SEMEATO TDNG 320) presentan líneas tubulares, con gran fluctuación; cada línea tiene tres resortes que deben ser utilizados de acuerdo con las condiciones del suelo durante la siembra. En cada línea se monta un surcador para semilla y fertilizante. El surcador está formado por discos dobles desfasados (15" y 15 ½"ó 15" y 16") con limpiadores autoajustables internos. La profundidad de la semilla y del fertilizante se determina mediante el uso de aros limitadores estando disponibles aros de 2.5, 4 y 6 cm.

Las sembradoras TDNG tienen varias opciones de compactadores que se adaptan a las más variadas condiciones de suelo y de paja. El compactador está formado por una rueda de hierro en un ángulo que trabaja al lado del surco.

Cuenta con tres puntos de ajuste:

- Ajuste de la presión.
- Ajuste del ángulo.
- Los contrapesos.

Su utilización es principalmente recomendada para la siembra de arroz de riego. El compactador en “V” está formado por dos ruedas con banda de goma y tiene ajuste de presión por resorte y ángulo de abertura de las ruedas.

5.4.2 Sistema de Transmisión

Las TDNG poseen cajás de cambio de engranajes que posibilitan diversas combinaciones resultando en diferentes velocidades para la determinación de las cantidades de semillas y fertilizantes.

5.4.3 Calibración de la sembradora

Cuando se usa una sembradora con tractor para la siembra de arroz, ésta se debe calibrar antes de iniciar la siembra para lograr una eficiente distribución y dosificación de la semilla. Esto se logra mediante una regulación estática. Se embanca la sembradora levantando la rueda motriz para poder darle vuelta, se llena la sembradora con semilla, se colocan bolsas en la salida de cada tubo sembrador, luego con una balanza de precisión se pesa la cantidad de semilla que sale, al comparar los pesos de cada bolsa permitirá saber si el mecanismo es uniforme para todas las líneas de siembra o si se debe hacer algún ajuste en la pieza de la sembradora. En el cuadro 1 (Densidades de siembra) se muestra la cantidad de gramos que tiene que botar la sembradora por dosis de siembra y en el cuadro 2 se muestra el cálculo de la calibración de la sembradora.

Cuadro 1. Densidades de siembra de acuerdo con el tipo de sembradora, Agrícola Miramontes, San Lorenzo, Boaco, 2018.

Sembradora Kunh		Sembradora Semeato	
Quintales por mz	Gr por línea	Quintales por mz	Gr por línea
1	41	1	56

1.1	45	1.1	62
1.2	49	1.2	67
1.3	53	1.3	73
1.4	57	1.4	79
1.5	62	1.5	84

Cuadro 2. Cálculo de calibración de una sembradora, Agrícola Miramontes, San Lorenzo, Boaco, 2018.

Dosis qq	kg	g	m ²	g m ²	S m ²	g L	Dr	g D.r	b	Descarga Gr por línea
1	45	45000	7026	6.40	5.88	1.089	3.77	4.106	10	41.06
1.1	45	49500	7026	7.05	5.88	1.198	3.77	4.517	10	45.17
1.2	45	54000	7026	7.69	5.88	1.307	3.77	4.927	10	49.28
1.3	45	58500	7026	8.33	5.88	1.416	3.77	5.338	10	53.38
1.4	45	63000	7026	8.97	5.88	1.524	3.77	5.749	10	57.49
1.5	45	67500	7026	9.61	5.88	1.633	3.77	6.159	10	61.60

Nota ** = kg (kilogramo), g (gramo), g m² (gramo metros cuadrados), S m² (surcos por metros cuadrados), g L (gramos por línea), Dr (Diámetro de rueda), g D.r (gramos por diámetro de rueda) y b (número de vueltas que se da a la rueda).

5.5 Sistema GPS para dirección Automática en Siembra de arroz.

El Sistema X14 de Topcon es una consola electrónica montada en un vehículo con pantalla LCD y pantalla táctil. La consola permite al operador trabajar con dirección automática, guiado y otras funciones de control desde la consola. La consola está diseñada para interactuar con el GPS y con Unidades de Control Electrónico (ECUs), centralizando la capacidad de comunicar, registrar, almacenar y mostrar los datos para las aplicaciones agrícolas.



Figura 4. Consola X14

Piloto Automático

Un Piloto Automático es un sistema electromecánico e hidráulico, utilizado para guiar un vehículo. Actualmente este tipo de equipos es utilizado con el apoyo de un sistema de posicionamiento del tipo Tiempo Real Cinemático (RTK, por su sigla en inglés) que permiten direccionar al tractor con altísimas precisiones, evitando los errores en las líneas de siembra y pulverizaciones. Maximizando la eficiencia de la maquinaria y calidad de operación.



Figura 5. Piloto Automático.

Estaciones Hiper AG

El HiPer AG es una unidad de una sola pieza que incorpora el receptor de satélite, las comunicaciones de radio, antenas, y la batería recargable. Los Hiper AG funciona como una, la base ultra-móvil sin cables, una estación de base fija (con GPS externa opcional o antenas de radio), o como móvil para la topografía.

El HiPer AG recibe señales tanto GPS (sistema satelital de EE.UU.) y GLONASS (sistema de satélites de Rusia). Esta capacidad proporciona hasta un 50% más de satélites para una mayor precisión y menos tiempo de acceso satelital limitado. El HiPer AG puede recibir y procesar las señales L1 y L2 y proporciona L1/L2 el código completo y soporte de datos, lo que mejora la precisión de los puntos y posiciones.

El HiPerAg opera desde 5 Hz hasta 20 Hz, útil cuando se opera como un receptor remoto. Por la topografía, el HiPer AG ofrece una funcionalidad superior, la integridad de la señal y la disponibilidad necesaria para la recolección rápida y fácil de datos para nivelar la tierra, el HiPer AG proporciona correcciones GNSS que permiten alta precisión de posicionamiento del eje Z.



Figura 6. Hiper AG.

Mientras que los mejores resultados del eje Z se obtienen dentro de 2.5 + millas, colocando el HiPer AG en el centro del campo o proyecto que permite al grado más de 12,000 hectáreas de una instalación.

Características del Hiper AG.

- Diseño compacto, probado en el campo.
- Datos de las comunicaciones de radio avanzada.
- Recepción de satélite doble constelación GPS + GLONASS.
- Tecnología inalámbrica Bluetooth™.
- 40 canales tarjeta GNSS opera a velocidades de hasta 20 Hz.

Antena AGI-4

El AGI-4 es un receptor integrado de dirección completa con la recepción de constelaciones múltiples GNSS por satélite, compensación de terreno completo, con la adquisición de la línea superior y capacidades de retención. Todo en uno, el diseño modular incluye antena, receptor y controlador de dirección en un solo componente que ofrece capacidad de actualización.



Figura 7. Antena AGI-4.

Estándar con WAAS y EGNOS, fácilmente ampliable a 2 cm de precisión con opciones de radio RTK. Capacidad NTRIP le permite aprovechar las redes de información existentes a través de la conexión del teléfono móvil (depende de la disponibilidad local) y utiliza los planes e infraestructuras de datos existentes para minimizar los costos.

Características de la Antena AGI-4

- Sistema Inercial
- CAN, RS-232, Ethernet
- Carcasa resistente para OEM y Aftermarket Aplicaciones
- OmniSTAR Capable
- GLONASS más avanzada y frecuencia RTK sistema de seguimiento satelital GPS Dual

- Multitrayecto Reducción anticipada (AMR)
- Rechazo de interferencia opción en banda (IBIR)
- Cumplimiento de la CMR y RTCM estándar de la industria
- Capacidad de descarga (revisiones Código aplicación en el campo)
- Tres Indicaciones LED Bi-color para Rastreo Satelital y estado
- Snap-in IMU Módulo de Alto Grado (Opcional)
- Snap-in Modem módulo (opcional)

Equipos utilizados para siembra en campo

- Equipo GPS TOPCON Hiper AG Base.
- Receptor GPS, timón (TOPCON).
- Antena AGI-4.
- Trípode para la instalación del GPS Base.
- Batería o Acumulador de 12V.
- Consolas X14.
- Módulo de siembra de 4 tractores CASEIH 150.

Para que la sembradora pueda trabajar con dirección automática primero se debe de instalar los equipos (antena receptora AGI-4, consola X14, Arneses) en el tractor, una vez instalados se configura la consola X14 del tractor, ingresándole las dimensiones geométricas del tractor y las de la sembradora luego se ajusta el traslape entre discos, la tolerancia permitida es ± 5 cm.

Una vez calibrado todo el sistema se puede iniciar la siembra.

Al ingresar al lote lo primero que se hace es ubicar y encender la estación base en un punto que permita la captación de señal a los equipos. Se indica la sección, lote y trabajo en la consola luego el operario marca un punto A y punto B para generar las líneas guías al tractor, selecciona el Enganche de Dirección Automática en la pantalla de operación para conducir sobre la línea, activa la pintura que marca el recorrido del equipo.

En el cultivo del arroz la siembra debe hacerse con una velocidad entre 6-8 km/hora y alrededor de 2200 rpm (esta velocidad depende de las condiciones del terreno).

VI. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 Diseños de nivelación.

6.1.1 Pendiente cero (superficie plana).

En el cultivo de arroz debido al uso de métodos de riego por gravedad con inundación continua mediante lámina de agua fija o variable se procura, con la labor de nivelación de suelo, reducir la pendiente inicial del terreno “a cero”, o modificarla a mínima pendiente con el objetivo de permitir un manejo adecuado de la profundidad de la lámina de inundación y un mayor avance de la maquinaria en las labores agrícolas. No obstante, los volúmenes y profundidad de corte son mayores a medida que se acerca a cero la pendiente, lo cual produce un incremento en el consumo de energía y maquinarias y por ende de costos directos de la operación.

La nivelación a cero consiste en que toda la terraza tenga la misma elevación de tal manera que permite un escurrimiento superficial eficiente tanto en el sentido de los surcos como en la cabecera o en cualquier parte de éste.

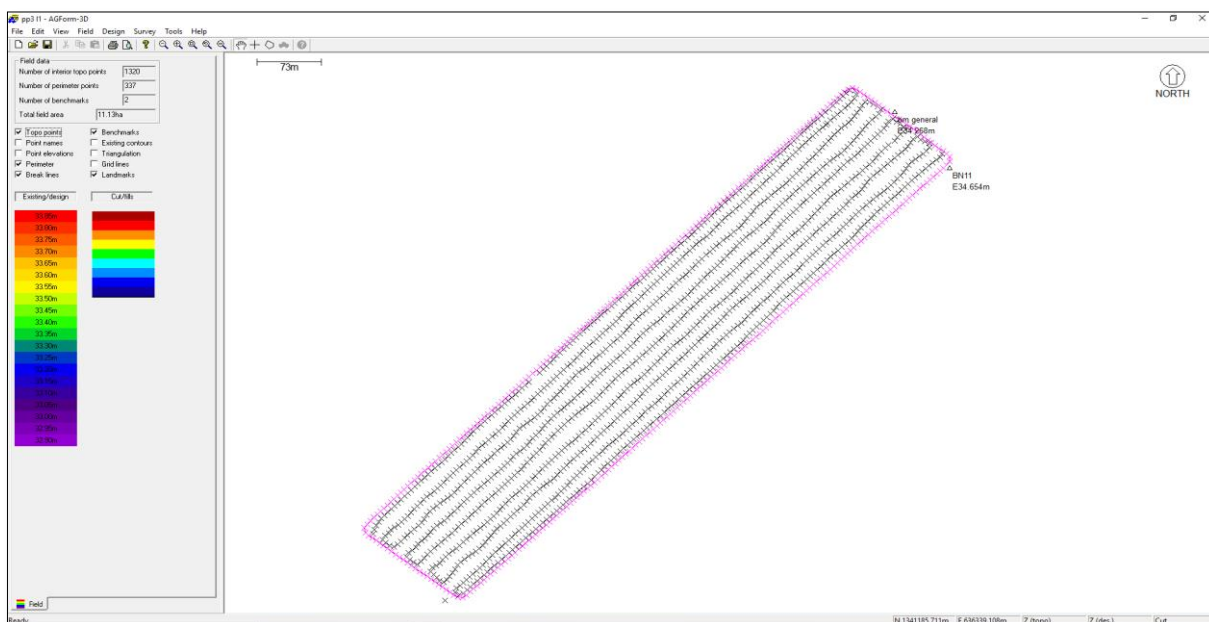


Figura 8. Levantamiento topográfico realizado con equipos GPS. Pampas 3, lote 1

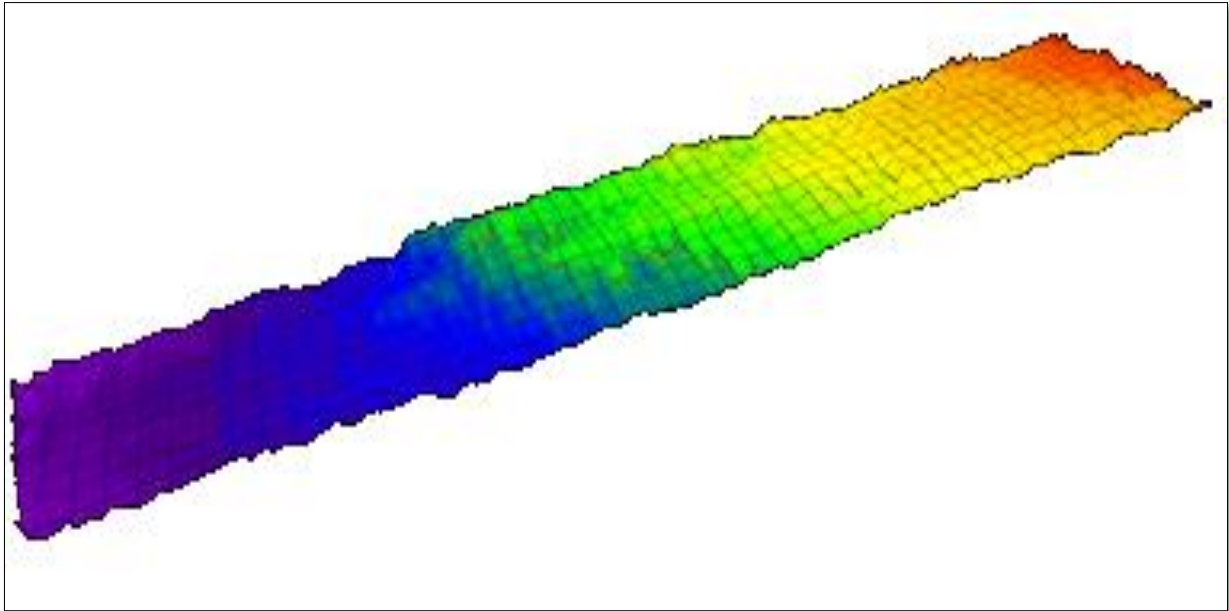


Figura 9. Levantamiento topográfico en 3D pampas 3, lote 1.

En la figura 7 se aprecia que las zonas rojas reflejan las partes más altas, la zona verde representa el nivel del terreno y la zona azul es la parte más baja del terreno donde se tiene que realizar el relleno para nivelar el terreno.

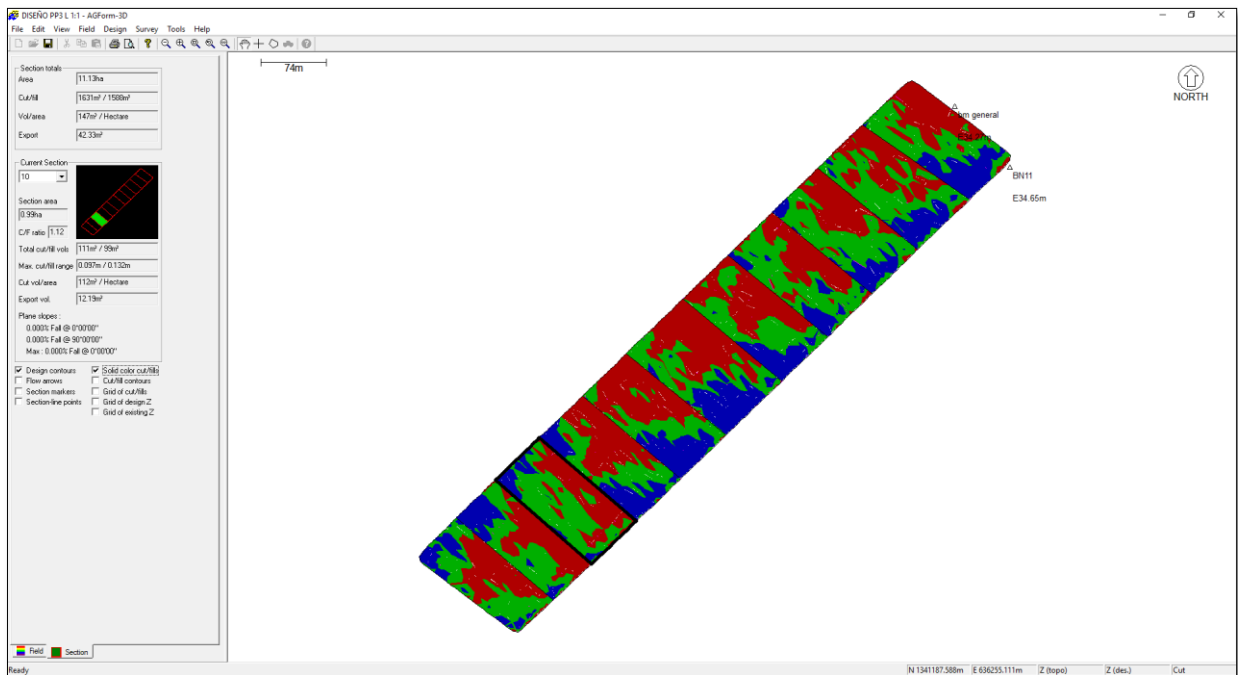


Figura 10. Diseño de nivelación a pendiente cero pampas 3, lote 1.

Posteriormente se divide en 11 terrazas planas, este diseño se trabaja terraza a terraza lo que permite un volumen menor de movimiento de tierra a lo largo del lote, quedando nivelado todo el terreno figura 11.

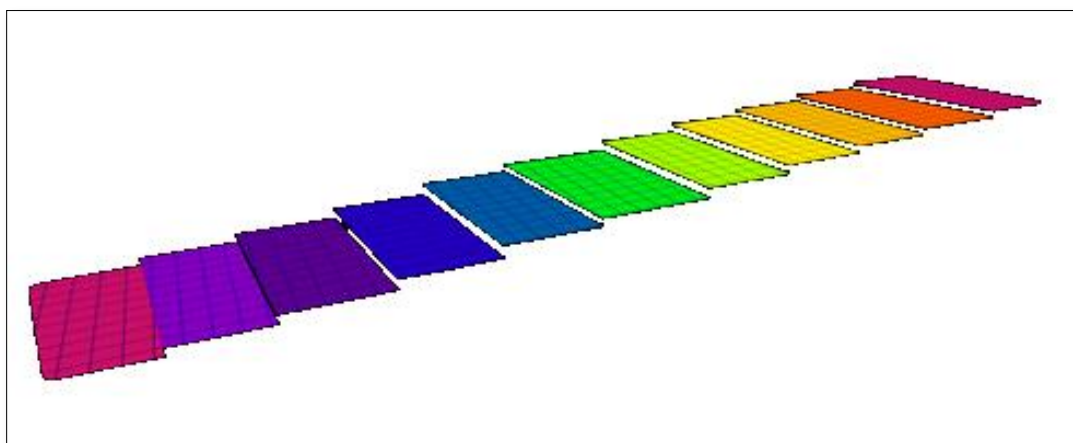


Figura 11. Diseño de nivelación a pendiente cero en 3D pampas 3 lote 1.

Cuadro 3. Volúmenes de suelo a remover

Parámetro	Valor
$m^3 ha^{-1}$	147
m^3 Totales	1631
Corte máximo(m)	0.097
Relleno máximo(m)	0.13

6.1.2 Pendientes variables

Consiste en que terraza por terraza se va jugando con las pendientes entre 2 valores, un valor mínimo y uno máximo. Estos valores son distintos tanto para el surco como para la cabecera. Este sistema no limita poder subdividir el lote, el agua puede cruzar de un lado a otro, en cualquier parte de éste. Se optimiza, disminuyendo la fluctuación del valor entre mínimo y máximo para los surcos, y dejando un rango mayor para las acequias.

Este sistema disminuye los costos, y según la amplitud del rango varía tanto la calidad como el costo, en este tipo de diseño la maquinaria agrícola no logra un mayor avance debido a las curvas de nivel. Los diseños se trabajan con un 2 % de pendiente y taypas cada 5 o 7 cm dependiendo de la pendiente del terreno.

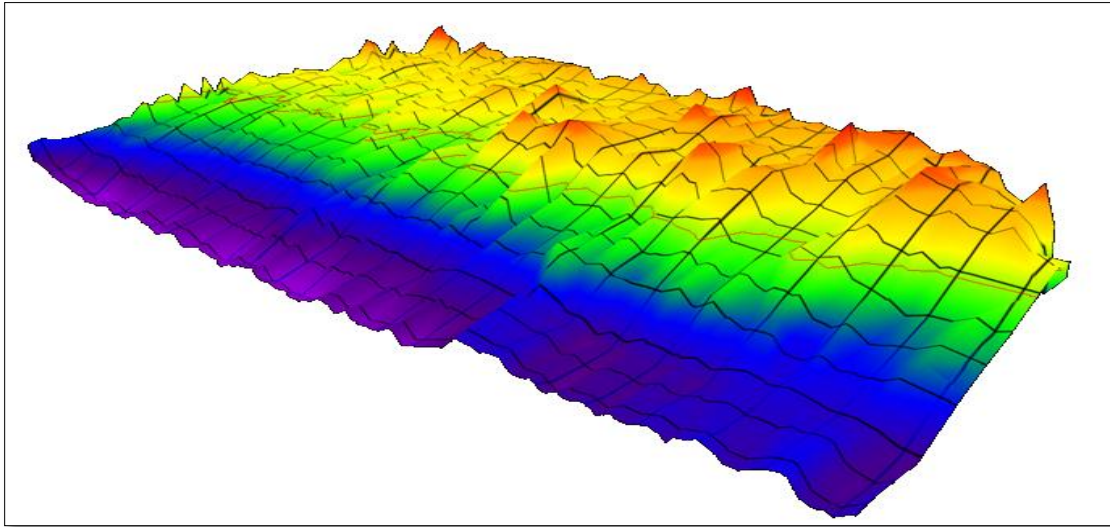


Figura 12. Levantamiento topográfico 3D S9B, lote 1.

En la figura 12 se aprecia la topografía del terreno antes de la nivelación y los colores representativos del área de corte (rojo), nivel del terreno (verde) y área de relleno (azul) y la figura 11 representa la nivelación del terreno con pendiente variable.

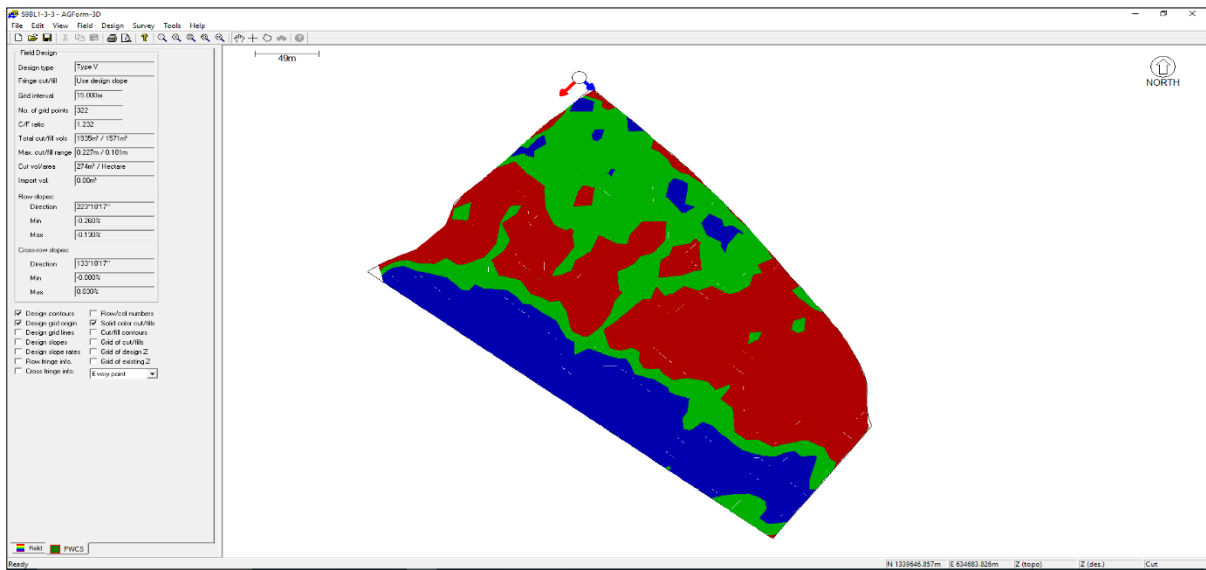


Figura 13. Diseño de nivelación pendiente variable S9B, lote 1.

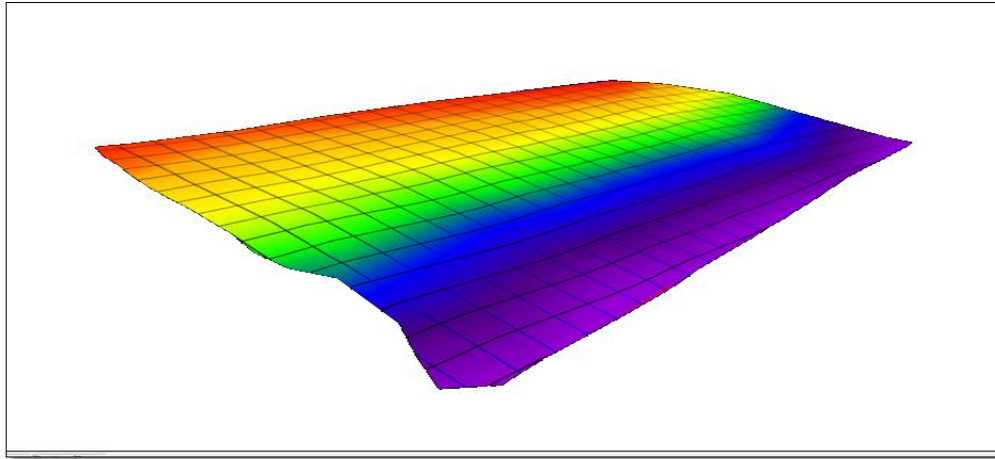


Figura 14. Diseño de nivelación en 3D S9B, lote 1.

Cuadro 4. Volúmenes de suelo a remover.

Parámetro	Valor
$m^3 \text{ ha}^{-1}$	274
m^3 Totales	1935
Corte máximo (m)	0.22
Relleno máximo(m)	0.18

6.1.3 Pendiente fija o uniforme

Este sistema consiste en que la pendiente por hileras es uniforme, es decir no existe una variación de cada hilera, uniformando la pendiente y por tanto mejorando el riego. En ocasiones tiene un costo similar al caso anterior o bien superior. En todo caso, el campo se puede dividir en cualquier parte, pues el agua cruza en todas partes. La pendiente de las acequias de cabecera y recolectoras es variable, al momento de nivelar se hace a campo abierto y luego se realizan las taya en la figura 13 se muestra el terreno antes de la nivelación, en la figura 14 se aprecia el diseño del campo que se realiza en las áreas de corte y relleno descriptas, en la figura 17 se muestra el terreno una vez nivelado.

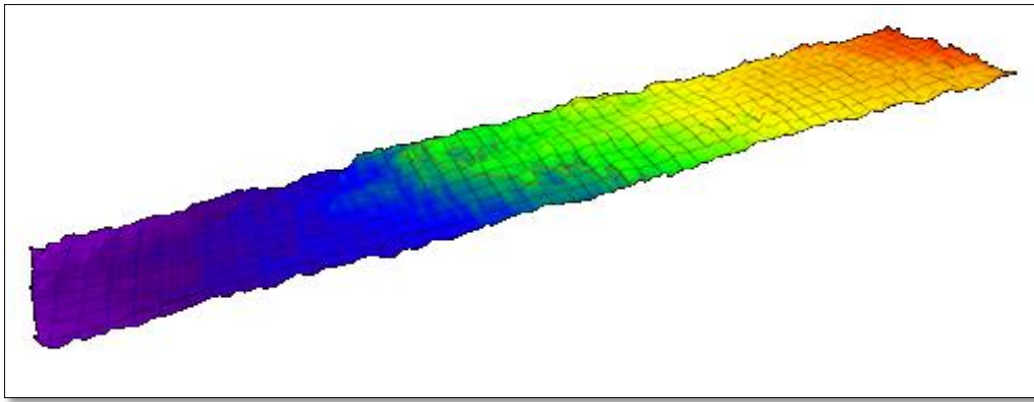


Figura 15. Levantamiento topográfico en 3D Sincolla lote 1.

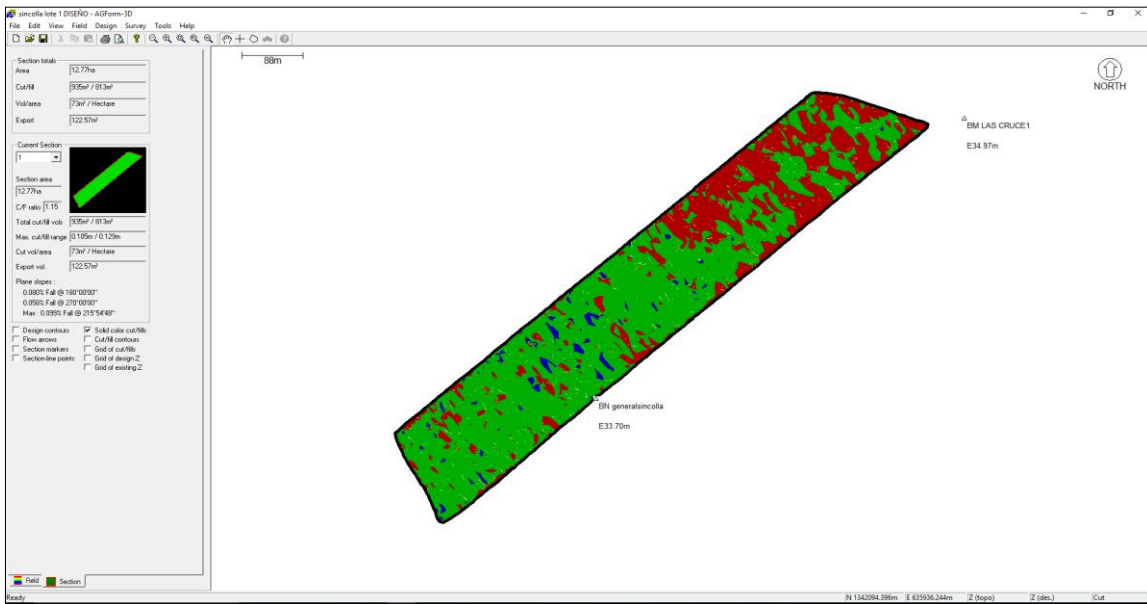


Figura 16. Diseño a pendiente fija Sincolla lote 1. Cortes áreas rojas, verde nivel de terreno, azul relleno.

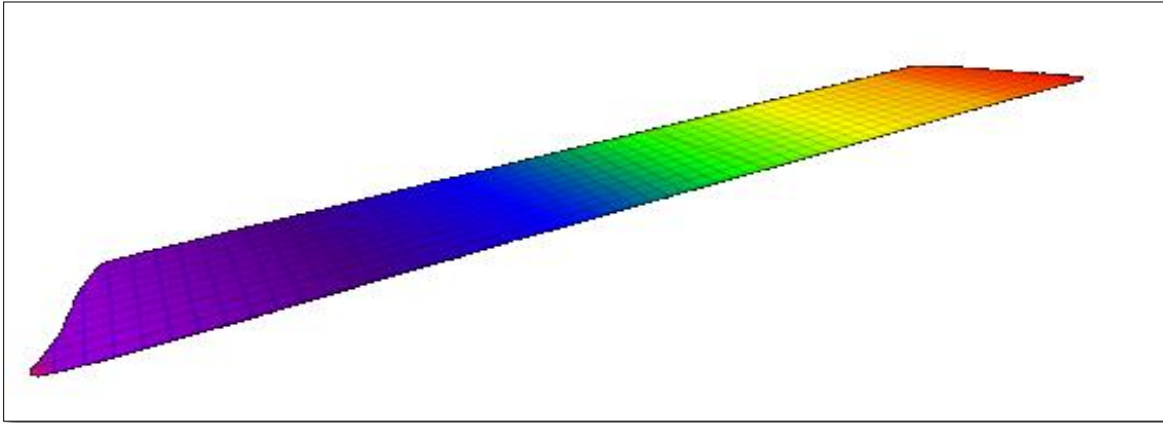


Figura 17. Diseño de nivelación pendiente fija Sincolla lote 1 en 3D

Cuadro 5. Volúmenes de suelo a remover

Parámetro	Valor
$m^3 \text{ ha}^{-1}$	73
m^3 Totales	935
Corte máximo(m)	0.11
Relleno máximo(m)	0.13

Cuadro 6. Consumo de combustible por labor realizada

Tipo de labor	Área (mz)	Consumo de combustible galones hora
Nivelación GPS	2	4.5
Nivelación Laser	3.5-4	2.7
Siembra mecanizada	2	3.0

6.2 Ventajas del auto guiado con piloto

El auto guiado contribuye en el ahorro de tiempo e insumos, además de hacer la conducción mucho más cómoda se puede disponer de las horas nocturnas para realizar aquellas labores que se concentran en una determinada época reduciendo las horas máquinas por unidad de área y el consumo de combustible. Antes de que se contara con este sistema se tenían en operación cinco sembradoras las cuales utilizaban únicamente a un turno (día) ya que en horas de la noche no era posible un buen desempeño debido a la falta de orientación y ubicación.

Con la automatización de la dirección se expandió la jornada de trabajo a dos turnos (día y noche). Estos equipos automatizados están sembrando en tres días lo que equipos en modo manual realizan en siete días representando un aumento del área sembrada de más del 100%. Permite un ahorro de semillas al colocar la cantidad indicada en el espacio específico logrando así plantaciones con densidades uniformes. Al realizar la siembra con pilotos automáticos reduce el traslape entre líneas, con precisión incluso milimétrica disminuyendo el error humano evitando áreas sin trabajar, aumentando la eficiencia del equipo esto permite realizar laboreo a nivel con pasadas totalmente paralelas o laboreo en bandas en el cual solo se trabaja la “tira” de tierra donde se coloca la semilla.

6.3 Desventajas del auto guiado con piloto

Las señales GPS sufren retrasos cuando atraviesan la ionósfera y la tropósfera, con lo cual, el tiempo que la señal necesita para alcanzar la tierra es mayor, interfiriendo en la posición calculada. El retardo atmosférico es mayor en las horas más cálidas del día, cuando la ionósfera y la tropósfera se encuentran en su período de mayor actividad.

La multitrayectoria ocurre cuando la señal GPS es reflejada en un objeto antes de alcanzar la antena. El error de multitrayectoria depende de varios parámetros atmosféricos y ocurren sin ningún aviso previo. Los errores graves pueden ser visualmente reconocibles en la confección de mapas.

Se debe instalar en tractores con cabinas ya que los equipos (piloto, consola, arneses) deben estar protegidos del polvo, viento y lluvia, esto eleva el costo de adquisición.

VII. CONCLUSIONES

La implementación de tecnología GPS para la agricultura transforma los procesos mecanizados optimizando las labores para ganar el mayor beneficio de la inversión en tecnología.

Las tecnologías (láser y GPS) empleadas en la nivelación de suelo difieren entre sí en cuanto a tiempo, gasto de combustible y rendimiento de la maquinaria.

Los diseños de nivelación se realizan en base a la topografía de terreno ajustándola lo más posible y tratando de remover la menor cantidad de suelo para evitar la erosión y falta de fertilidad de los suelos.

Uno de los parámetros específicos entre la nivelación láser (convencional) y la nivelación GPS es el costo de adquisición y operación, ya que la inversión de un sistema GPS es más elevada.

VIII. LECCIONES APRENDIDAS

- Al realizar una planificación de todas las actividades agrícolas se logra optimizar la producción del cultivo ya que cada proceso o labor se realiza en el momento indicado para el cultivo
- La logística y comunicación entre las diferentes áreas de trabajo debe ser imprescindible para la solución de percances en las actividades laborales.
- La implementación de los GPS en los procesos de mecanización genera información que permite toma de decisiones certeras para el cultivo.
- Establecer buenas relaciones interpersonales con todos los compañeros de trabajo de las diferentes áreas genera un ambiente de trabajo saludable.
- Adquirí de los operadores conocimientos técnicos de las labores con implementos agrícolas.

IX. RECOMENDACIONES

Realizar el refrescamiento de la base periódicamente para evitar problemas de señal cuando se esté trabajando en la siembra y la nivelación.

Realizar dos levantamientos topográficos en las áreas que presenten mayores cortes, primero para las traíllas y segundo para las rufas, para minimizar los movimientos de tierra.

Redactar un registro de los bancos de nivel que se encuentran en la finca.

X. LITERATURA CITADA

- PROCISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur), 2006** Manual de Agricultura de Precisión. Disponible en http://www.procisur.org.uy/adjuntos/fb97915de88a_ura_de_precision.pdf.
- BCN (Banco Central de Nicaragua), 2017.** Plan de producción consumo y comercio ciclo 2017-2018 Disponible en <https://www.bcn.gob.ni/publicidad/img/landscape/Plan%20de%20Producci%C3%B3n%20Consumo%20y%20Comercio%20Ciclo%202017%202018.pdf>.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 2011.** criterios claves para el manejo agronómico de arroz de riego y secano Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20Tecnica%20de%20ARROZ%202012.pdf>.
- MAS QUE MAQUINARIA 2017** La moda del autoguiado ¿inversión o gasto? (Parte I). Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: <http://www.masquemaquina.com/2017/05/la-moda-del-autoguiado-inversion-o.html>.
- MAS QUE MAQUINARIA 2017** La moda del autoguiado ¿inversión o gasto? (Parte II). Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: <http://www.masquemaquina.com/search/label/Agricultura%20de%20Precisi%C3%B3n>.
- CRUZ, N. 2009** Nivelacion de suelo una tarea pendiente en el campo. Consultado el 05 de 04 de 2018, de Disponible en: <http://www.agronoa.com.ar>.
- Emiliano Garcia, F. F. 2009** Agricultura de precision . Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: Palermo.edu: <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.
- EPSEB. 2010.**Test de análisis de la precisión en determinación. Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: upcommons.upc.edu: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10932/PFC.pdf>.
- KUHN. (s.f.).** sembradoras mecanicas Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: www.kuhndobrasil.com.br:https://translate.google.com.ni/translate?hl=es-419&sl=pt&u=http://www.kuhndobrasil.com.br/internet/webbr.nsf/0/AAC095552B471836C1257C370050D95F&prev=search.
- Parada, J., Riquelme, J., y Paredes., 2015** Siembra directa en arroz Consultado el 06 de 04 de 2018, Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40121.pdf>.
- SEMEATO. (s.f.).** TDNG. Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: semeato.com: <http://www.semeato.com.br/es-es/produtos/tdng#conteudo>.

TRIMBLE. 2012. SERVICIO DE EXTENSIÓN DE POSICIONAMIENTO RTK.
Consultado el 01 de 04 de 2018, Disponible en: http://geotronics.es/files/products/179/xFill_White_Paper_1012_ESP.pdf.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Glosario de Términos

Rufas: Niveladora plegable capacidad de ancho de corte 6 metros.

Traíllas: Niveladora trasportadora capacidad de corte 16.8 metros cúbicos.

Taypas: limites que dividen las terrazas de un campo estas no deben sobre pasar los 15 centímetros de altura.

Benchmark (BM): También conocido como punto de referencia (cota). La altura que presenta un punto sobre un plano horizontal que se usa como referencia

AP: agricultura de precisión

RTK: Tiempo Real Cinemático

WAAS: Abreviatura de sistema de aumento de área amplia, por sus siglas en inglés. Este sistema SBAS estadounidense desarrollado por la Administración Federal de Aviación de EE. UU. Actúa como ayuda a la navegación aérea al mejorar la precisión y la disponibilidad de las señales de GPS.

OmniSTAR: Servicio comercial que recibe señales GPS del sistema NAVSTAR, comprueba si presentan errores y, a continuación, carga los datos de corrección de errores en los satélites OmniSTAR.

EGNOS: Abreviatura de servicio europeo de navegación geostacionaria, por sus siglas en inglés. Sistema SBAS europeo desarrollado para complementar los sistemas GPS, GLONASS y Galileo y que informan de la fiabilidad y precisión de las señales.

SEMEATO TDNG 320: sembradora abonadora mecanizada destinada al sistema de siembra directa.

Anexo 2. Figura1. Calibración de equipo para siembra con GPS.



Anexo 3. Figura 2 Siembra Nocturna con dirección Automática.



Anexo 4. Figura 3 Siembra directa de arroz con dirección automática.



Anexo 5. Figura 4 Consola x14.



Anexo 6. Figura 5 Piloto Automático instalado en CASE 150 para dirección Automática.



Anexo 7. Figura 6 Consola X14 instalada en CASE 150 para guía Automática en siembra de arroz.



Anexo 8. Figura 7 Mecánico ajustando la presión de profundidad de los discos de la sembradora.



Anexo 9. Figura 8 FOTON 1254 TG trabajando en nivelación convencional.



Anexo 10. Figura 9 CASE 150 Nivelación GPS.



Anexo 11. Figura 10 Equipo de levantamiento topográfico



Anexo 12. Figura 11 Hiper AG Rover, levantamiento topográfico



Anexo 13. Figura 12 Hiper AG Rover, levantamiento topográfico



Anexo 14. Figura 13 CASE 150 trabajando en nivelación GPS.



Anexo 15. Figura 14 CASE 260 trabajando en nivelación GPS.



Anexo 16. Figura 15 CASE 260 amarrándose del BM para nivelar con GPS.



Anexo 17. Figura 16 Estación Base Hiper AG



Anexo 18. Figura 17 John Deere 8430 trabajando en la nivelación GPS.



Anexo 19. Figura 18 John Deere 8430 con trailla IMC scraper amarrándose en el BM para entrar al lote a nivelar con GPS



Anexo 20. Figura 19 Módulo de Nivelación GPS (izquierda a derecha) case 150 con Rufa, case 150 con rufa, case 260 con traílla eyectora IMC scraper, case 90con grada liviana, John Deere 8430 con traílla IMC scrape, Foton con romplona.

