TRABAJO DE GRADO
OPCIÓN SEMINARIO

TÍTULO DEL TRABAJO

PROPUESTA DE MEJORA DE LA CAPACIDAD OPERATIVA MEDIANTE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA BANDA AGRO.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON.
FACULTAD: INGENIERÍA
NOMBRE DEL PROGRAMA ACADÉMICO:
SEMINARIO
LEAN MANUFACTURING

NOMBRES DE LOS ESTUDIANTES AUTORES DEL TRABAJO DE GRADO:
MIGUEL MARIANO BANDA ARAUJO
ADRIANA MARCELA ACUÑA CARVAJAL

NOMBRE DEL TUTOR DEL TRABAJO DE GRADO:
JOHN ANDERSON VALENCIA PALACIO

AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.
OCTUBRE/2026

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN 3
MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL 5
    Sub-Título 1.1. 5
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE 7
    Sub-Título 1.1. 7
FIGURAS Y TABLAS 8
CONCLUSIONES 8
REFERENCIAS 11

RESUMEN

El presente trabajo técnico plantea una propuesta de optimización operativa para la empresa Banda Agro dedicada a la producción de fertilizantes que, a pesar de contar con altos estándares de calidad y mantenimiento, presenta un cuello de botella critico donde el objetivo estudio se relaciona con una gran acumulación de sobre pedidos, debido a la restricción de operar en único turno diario de 8 horas. Utilizando la metodología lean Manufacturing, se propone evaluar alternativas para mejorar o replantear una estrategia integral para expandir la capacidad instalada sin alterar las practicas internas exitosas.
De acuerdo con la información suministrada para el takt time, la producción diaria es de aproximadamente 200 toneladas, mientras que los despachos se representan entre el 15% y 20%, en esta situación se evidencia la necesidad de analizar el flujo operativo e identificar las posibles restricciones que están afectando el cumplimiento de las entregas y se justifica la necesidad de transicionar hacia un modelo de múltiples turnos. Así mismo se propone el uso de trabajo estandarizado standardize work para transferir el conocimiento del personal diurno actual a los nuevos equipos de la tarde o noche, garantizando la homogeneidad del producto.

Adicionalmente, se propone implementar la herramienta Heijunka, orientada a nivelar la producción de las distintas variedades de fertilizantes y el sistema visual Kanban con el propósito de organizar y priorizar de manera eficiente los pedidos pendientes, las aplicaciones de estas herramientas lean buscan mejorar la organización de los procesos, aumentando la flexibilidad operativa y reducir los tiempos de espera de los clientes. Así mismo, se espera contribuir a la disminución de los pedidos pendientes y eliminar los desperdicios, mejorarando el flujo de caja mediante la entrega efectiva del back log acumulado y planteando evaluar la viabilidad de la propuesta considerando la inversión requerida en talento humano y los beneficios operativos y económicos que podrían obtenerse con su implementación.

PALABRAS CLAVE

- Lean Manufacturing
- Takt Time
- Trabajo Estandarizado
- Kanban
- Gestión de Turnos.

MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL

Título 1: Contexto de la Organización y Situación Problema

Banda Agro es una empresa del sector agroquímico dedicada a la producción y distribución de fertilizantes y nutrientes agrícolas. Este trabajo analiza la coordinación entre la producción y los despachos, con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el cumplimiento de los pedidos. De acuerdo con la información consignada, la empresa cuenta con mantenimiento preventivo, controles de calidad y un nivel reducido de desperdicio de materias primas. No obstante, se reporta acumulación de pedidos pendientes, situación que requiere estudiar el flujo completo y no solamente el desempeño de una máquina.

La información inicial señala una producción aproximada de 200 toneladas diarias y una jornada de 8 horas. Estos datos sugieren la necesidad de revisar la relación entre la demanda, el tiempo productivo disponible, la programación de las referencias y la capacidad efectiva de despacho. Sin embargo, para confirmar la magnitud de la brecha deben recopilarse registros de demanda por producto, toneladas producidas y despachadas, inventario de producto terminado, tiempos de preparación, paradas y pedidos vencidos. En consecuencia, la restricción horaria constituye una hipótesis de trabajo que deben comprobarse con datos operativos.

La problemática central se define como acumulación de pedidos pendientes y el posible incumplimiento de las fechas de entrega, en un contexto en el que la planta opera durante un solo turno diario. El punto de análisis no debe limitarse a asumir que las horas de operación son la única causa: también es necesario verificar si existen esperas entre mezcla, empaque, almacenamiento y despacho; cambios frecuentes entre referencias; falta de sincronización con el área comercial; o limitaciones de personal, equipos y logística.

Desde el enfoque Lean Manufacturing, las esperas, los inventarios innecesarios y la producción que no responde a la demanda pueden representar desperdicios. Para determinar cuales están presentes en Banda Agro, se propone observar el proceso en planta, registrar los tiempos y cantidades de cada etapa y contrastar los resultados con los pedidos. Este diagnóstico permitirá localizar la restricción real y seleccionar una intervención proporcional a la causa identificada.

Sub-Título 1.1. Descripción del proceso productivo y de despacho

Con base en las actividades mencionadas en el documento ___recepción y manejo de materias primas, dosificación, mezcla, empaque y despacho___ se presenta una descripción preliminar del flujo. Esta consecuencia debe validarse con una visita a planta, entrevistas a los responsables y revisión de los procedimientos vigentes, porque el avance no incluye tiempos medidos ni un diagrama del proceso actual.

- **Recepción y almacenamiento de materias primas:** se reciben los insumos requeridos para elaborar los fertilizantes, se verifica la documentación y la conformidad de los materiales y se ubican en las zonas de almacenamiento correspondientes. Para el diagnostico deben registrarse los tiempos de recepción, disponibilidad y entrega de insumos a producción.

- **Preparación y dosificación:** se consulta la orden de producción y se preparan y pesan las materias primas según la formulación aprobada. En esta etapa es importante verificar la identificación de los insumos, las cantidades, los equipos de medición y el cumplimiento de los procedimientos de seguridad y calidad.

- **Mezcla:** los materiales dosificados se procesan en los equipos destinados a obtener la composición requerida. Se deben registrar el tiempo de preparación, el tiempo efectivo de mezcla, los cambios entre referencias, las paradas y cualquier espera por disponibilidad de materias primas o instrucciones.

- **Verificación de calidad:** el producto se revisa conforme a los criterios y procedimientos internos antes de autorizar su empaque o liberación. Deben registrase los tiempos de espera por inspección, los resultados no conformes y las necesidades de proceso, si se presentan.

- **Empaque y sellado:** el fertilizante liberado se empaca en la presentación correspondiente y se verifica el cierre, la identificación y la cantidad por unidad. Conviene medir la capacidad de empaque, las detenciones y la disponibilidad de materiales de empaque.

1.2. Conceptos Fundamentales de Lean Manufacturing Aplicados

Para dar solución a este escenario sin desestabilizar las buenas prácticas actuales, el seminario aporta las siguientes bases conceptuales:

- **Takt Time:** Es la frecuencia teórica con la que el mercado demanda un producto. Determina el ritmo al que la línea debe operar. Si el tiempo de ciclo físico es mayor que el *Takt Time*, la planta es incapaz de cumplir el objetivo con el tiempo disponible actual.

- **Trabajo Estandarizado** (Standardized Work): Documentación visual del método más eficiente y seguro para realizar una tarea, definiendo la secuencia de trabajo y los procedimientos a seguir. En este caso, es la herramienta clave para extraer el *know-how* del turno actual y replicarlo fielmente en turnos posteriores.

- **Kanban:** Es un sistema de control visual que funciona bajo el principio *Pull* (tracción), donde las fases previas de producción solo se activan cuando la fase posterior lo requiere, evitando sobreproducción y ordenando la prioridad de los sobre pedidos

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE

Título 1 **Plan de Reestructuración Operativa y Alocación de Capacidad**

Para resolver el retraso de entregas, la implementación práctica de lo aprendido se divide en fases secuenciales que transforman la gestión del tiempo y el control visual en la planta de fertilizantes:

1. **Fase de Diagnóstico Técnico (Cálculo de Takt Time):** Al cruzar el volumen total de sobre pedidos acumulados con las 8 horas de trabajo diarias actuales, matemáticamente se demuestra que el *Takt Time* requerido por los clientes es inferior a la capacidad física de salida de la maquinaria en una sola jornada. La apertura de un Segundo turno rotativo de trabajo 16 horas operativas totales.

2. **Fase de Aseguramiento (Trabajo Estandarizado):** Antes de encender el nuevo turno de la tarde noche, se procede a levantar las Hojas de Trabajo Estandarizado con los operarios actuales. Se documentan las secuencias exactas de mezcla de químicos, dosificación de nutrientes y sellado de sacos. Esto blindará la operación, asegurando que el fertilizante producido en el segundo turno mantenga exactamente la misma calidad que el del primero.

3. **Fase de Control y Sincronización (Heijunka y Kanban):** Cada sobre pedido se traduce en una tarjeta visual *Kanban* dispuesta en un tablero en piso de planta. Los operarios de ambos turnos fabrican únicamente lo que la tarjeta asignada por el área de despachos indica, ordenando el flujo de salida por nivel de urgencia y evitando la acumulación caótica de producto en proceso.

Sub-Título 1.1. Evaluación del Impacto y Flujo de Procesos

El cambio del modelo rígido de un turno a un modelo Lean de turnos ampliados impacta positivamente el indicador de entregas a tiempo (*On-Time In-Full* - OTIF). Al duplicar el tiempo de operación disponible, la planta distribuye la carga de trabajo de manera nivelada, logrando absorber los picos de demanda estacionales del sector agrícola sin necesidad de adquirir maquinaria nueva o ampliar la infraestructura física de la empresa

FIGURAS Y TABLAS

A continuación, se presenta la matriz de diseño para el despliegue de las herramientas Lean seleccionadas para este informe técnico.

1. Tabla 1. Matriz de implementación de herramientas Lean para la solución del cuello de botella.

Herramienta Lean	Acción Propuesta	Objetivo Esperado	Indicador de Segimiento
Takt Time	**Evaluar la demanda de fertilizantes con el tiempo productivo disponible.**	**Determinar si la capñacidad opertiva responde a la demanda.**	**Demanda diaria y tiempo disponible de produccion.**
Trabajo Estandarizado	**Documentar las actividades de producción, dosificación, empaque y control de calidad.**	**Reducir variaciones en la ejecucion de las tareas.**	**Cumplimiento de procedimientos establecidos.**
Heijunka	**Organizar la programacion de los diferentes tipos de fertilizante según la demanda y la capacidad disponible.**	**Distribuir la carga de trabajo de manera equilibrada.**	**Cumplimiento del programa de produccion.**
Tablero Kanban	**Crear tarjetas visuales para registrar pedidos pendientes, prioridades y estado de avance.**	**Mejorar la visibilidad y elseguimiento de los pedidos.**	**Numero de pedidos pendientes y tiempo de entrega.**
Evaluacion de Turnos	**Analizar la viabilidad operativa y economica de incorporar un segundo turno.**	**Establecer si ampliar el tiempo de operación contribuira a mejorar los despachos.**	**Toneladas despachadas por dia y costos operativos por turnos.**

Nota: Elaboracon propia a partir de la propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing en Banda Agro.

2. Figura 1. Flujo propuesto del proceso productivo.

Esta figura muestra cómo se relacionarían los pedidos, la producción y los despachos.

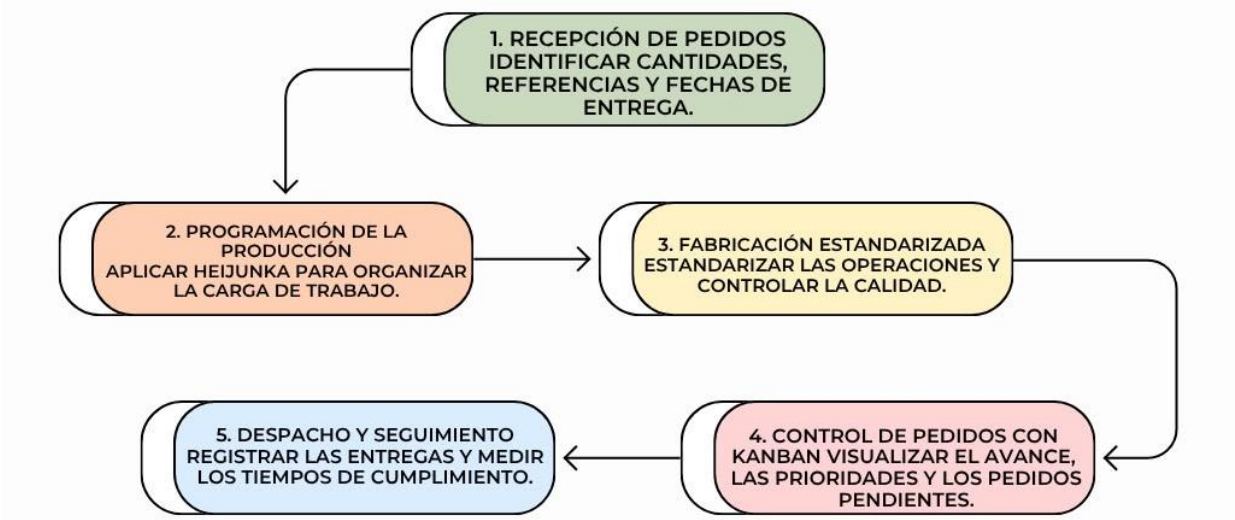


Figura 1. Flujo propuesto para la coordinación de la produccion y los despachos en banda Agro. Fuente: Elaboracion propia.

3. Figura 2. Tablero Kanban para los pedidos pendientes.

esta figura representa como se podría controlar visualmente el estado de los pedidos.

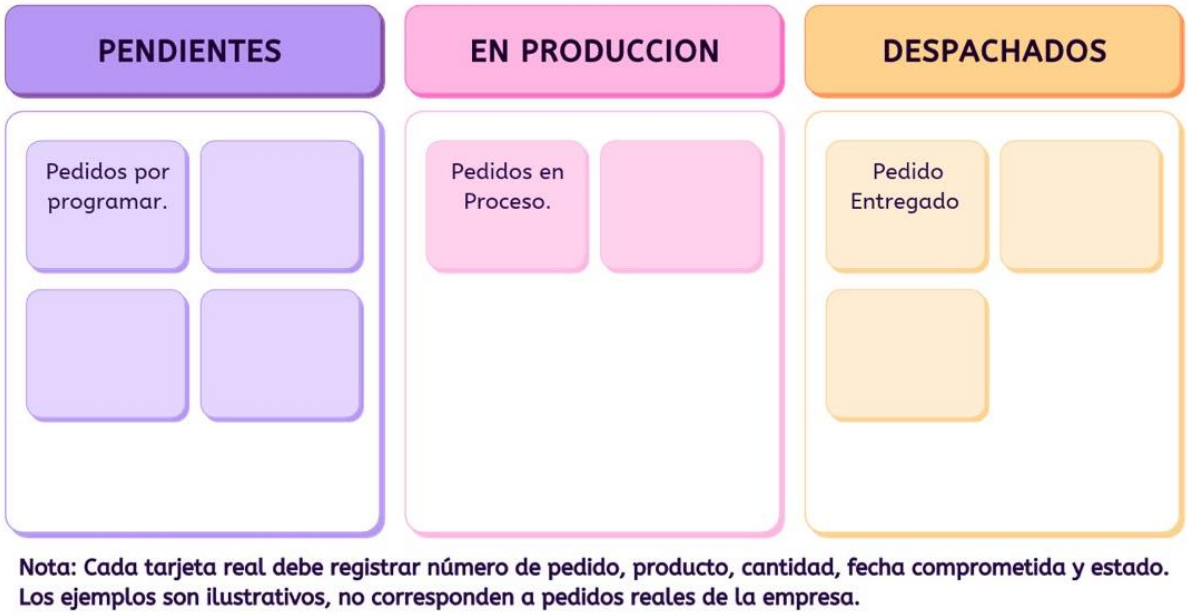


Figura 2. Diseño ilustrativo de un tablero Kanban para el seguimiento de pedidos en Banda Agro. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El análisis del proceso productivo y de despacho de Banda Agro permite identificar la importancia de mejorar la coordinación entre la producción y la entrega de pedidos, para una operación con una producción de 200 toneladas diarias, es necesario contar con herramientas que faciliten la programación de las actividades, el control de los pedidos pendientes y el seguimiento de los despachos.

- La aplicación de Lean Manufacturing demuestra que la eficiencia interna de una línea de producción (el "estar bien" localmente) pierde valor si el sistema global se encuentra limitado por restricciones horarias rígidas que no responden al ritmo de la demanda (*Takt Time*).
- La transición hacia un esquema de múltiples turnos es un movimiento seguro y de bajo riesgo para la calidad de los fertilizantes, siempre y cuando se soporte en el pilar del **Trabajo Estandarizado**, evitando que las brechas de conocimiento afecten las mezclas químicas o la seguridad industrial en horarios nocturnos.
- La implementación del sistema de control visual **Kanban** y la ampliación operativa eliminan el desperdicio de espera, lo que permite facturar los sobre pedidos de forma inmediata, liberando flujo de caja y absorbiendo rápidamente el coste de contratación del nuevo personal operativo.

REFERENCIAS

- Borges, J.L. (2013). *Ficciones*. Buenos Aires, Argentina: Debolsillo.

- Bastidas, L.R. (2007). *El inicio del siglo XXI*. Planeta. Sitio web: http://www.rbastidasl.com/libro-inicio-del-sigloxxi.

- Banes, L. R. (2021). *Principios de Lean Manufacturing en la Industria Química*. México: Editorial Progreso.

- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.

- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.