



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD PASANTÍA

Tema:

“Producción de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en Corrientes”

Alumno:

Peralta, Rodrigo Elías.

Asesora:

Ing. Agr. (Mgter) Angela Ma. Burgos.

2017

ÍNDICE

INTRODUCCION	3
OBJETIVOS GENERALES	5
LUGAR DE TRABAJO	6
ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL TRABAJO DE PASANTÍA.....	7
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29

INTRODUCCION

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) es una planta originaria de América Tropical, que desarrolla bien en suelos pobres y ácidos y es tolerante a la sequía; ampliamente cultivada por su producción de raíces tuberosas amiláceas. Prospera en climas con temperatura media anual de 20 a 27 °C (por debajo de 15 °C se inhibe su desarrollo). Se adapta a distintos regímenes pluviométricos, desde 600 a 2.000 mm anuales, siendo el óptimo 1.300 mm anuales (Ospina y Ceballos, 2002).

En el mundo se la cultiva en distintas regiones de América, Asia y África, donde es el principal alimento de más de 300 millones de personas (Uset ,2008). Argentina, es el país más austral del mundo donde se produce mandioca, siendo su zona de cultivo circunscripta a las Provincias de Misiones, Corrientes, Chaco y Formosa. En Corrientes, ocupa un lugar importante en la chacra de los pequeños productores, siendo las condiciones de suelo y clima, excelentes para el desarrollo de esta especie; de hecho, alrededor de 17% de los suelos de nuestra provincia presentan aptitud de moderada a muy apta para su cultivo (Gallego *et al*, 1991).

Al ser este un cultivo con una gran plasticidad para el momento de cosecha, el ciclo del cultivo va a ser dependiente del destino final, según se priorice la calidad culinaria (aproximadamente 10 meses) o la calidad industrial (hasta 24 meses) (Montaldo, 1979).

Independientemente de los usos a los que se puede destinar la mandioca, los componentes determinantes del rendimiento y la calidad que más influyen al momento de la cosecha son el número de raíces tuberosas, el peso de las mismas y su contenido de almidón. En términos de rendimiento, los valores promedio que se citan a nivel provincial rondan los 12,4 tn/ha (MPTT, 2012), mientras los que se citan a nivel mundial varían de 12,8 tn/ha según datos de Howeler (2014) a 9,9 tn/ha según los últimos datos de FAOSTAT (2017). De cualquier manera, los rendimientos promedios reales distan enormemente de los potenciales que alcanzan algunos cultivares en las condiciones agroecológicas del norte de Corrientes, que superan 20 tn/ha (Cenoz *et al*, 2010; Cenoz y Burgos, 2012) y que para ciertos cultivares llegan a 50 tn/ha según ensayos recientes llevados a cabo en la zona. Por otra parte, entre los cultivos de renta que realizan los pequeños productores de Corrientes, fundamentalmente aquellos que están asentados sobre suelos arenosos, se encuentra el zapallo Tetsukabuto (*Cucurbita máxima x Cucurbita moschata*) comúnmente denominado zapallo japonés o zapallo piedra, donde alcanza rendimientos de 3.000 a 12.000 kg/ha; muy por debajo de los de 25.000 kg/ ha que se citan como promedios nacionales (Pletsch, 2008).

Respecto de las superficies de ambos cultivos a nivel provincial, se citan 3.457 hectáreas de mandioca y 1.200 hectáreas de zapallos en general sin discriminarse la especie ni variedad (excluyéndose los zapallitos de tronco), según datos del MPTT (2012). Entre los cultivos hortícolas que se realizan a campo en la Provincia de Corrientes, los zapallos ocupan por superficie el tercer lugar después de los de batata (2.402 has) y de los de sandía (2.391 has), según datos relevados por el MPTT (2012).

El sistema de cultivo de mandioca más difundido en Argentina es el monocultivo (MC), con labranza convencional y plantación de estacas en un marco de 1 m entre plantas y entre surcos que dejan el suelo descubierto los primeros 3-4 meses del ciclo del cultivo, momento en el que recién el canopeo comienza a hacer una ocupación sustancial del espacio y cierra el entresurco. Por esta razón, se considera como un cultivo tardío, dado que no aprovecha en forma completa los factores luz, agua y nutrientes durante los tres primeros meses de su ciclo vegetativo, permitiendo su consociación con un cultivo precoz (Ligier, 1997).

Las siembras simultáneas de cultivos diferentes en el mismo lote y en el mismo momento, se denominan: consociaciones de cultivos (CC), policultivos o intercultivos. Esta práctica es apropiada para pequeñas chacras, en donde el productor tiene escasa superficie para rotar sus cultivos, para suelos muy enmalezados y empobrecidos, en donde es muy complejo plantear rotaciones de ciclo largo para recuperar suelos (Ligier, 1997). En estos policultivos, se busca incrementar y sostener los rendimientos del cultivo principal (mandioca para nuestro caso), agregar un rendimiento adicional desde el cultivo secundario (zapallo Tetsukabuto en este caso) y ayudar a controlar malezas (Ligier, 1997).

De esta manera, también se incorpora diversidad en los sistemas agrícolas productivos al usar especies asociadas en el espacio y en el tiempo (Nicholls y Altieri, 2002). Esta tecnología de bajos insumos constituye entre el 50 y el 80% de los sistemas de cultivo en zonas tropicales y subtropicales. La coexistencia de diferentes especies establece una competencia parcial entre cultivos que utilizan diferentes recursos del ecosistema; o los mismos recursos pero en tiempo y espacios diferentes basados en el principio de producción competitiva (Sarandón y Labrador Moreno, 2002). Otro beneficio de los CC se sustenta en la facilitación, donde una especie modifica el ambiente facilitando el crecimiento y desarrollo de otras. Asimismo, se menciona como beneficio la posibilidad de una compensación productiva y/o económica si un componente del sistema falla debido a factores adversos.

Dado que las especies posibles de ser consociadas dependen de los sitios de producción y de las posibilidades de los productores para su manejo, este Plan de Pasantía se plantea, atento a la importancia económica y el potencial de los cultivos de mandioca y de zapallo Tetsukabuto para la provincia de Corrientes. En este plan de trabajo, la propuesta aborda el manejo agronómico de un sistema de cultivo consociado, como asimismo el manejo del tradicional monocultivo. En el esquema consociado, la mandioca es considerada como cultivo principal.

La observación de la factibilidad, inconvenientes y beneficios que surjan de este planteo, servirá de entrenamiento en prácticas de campo. De esta experiencia laboral, podrán surgir, además, comparaciones y recomendaciones para la zona.

OBJETIVOS GENERALES

- Realizar prácticas profesionales para la producción a campo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a través del desarrollo de tareas agrícolas en general.
- Efectuar la implantación de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) evaluando su comportamiento en consociación con zapallo Tetsukabuto (*Cucurbita máxima x Cucurbita moschata*).
- Adquirir destreza para el seguimiento del cultivo y la toma sistemática de datos útiles, para poder fundamentar las prácticas de manejo que requieran y poder realizar un análisis crítico de las respuestas halladas.

LUGAR DE TRABAJO

El Trabajo Final de Graduación, modalidad Pasantía, se llevó a cabo en el área de ensayos del CeTePro (Centro Tecnológico de Producción) en la Ciudad Capital de la Provincia de Corrientes ubicado sobre la Ruta Nacional N°12 Km 1031, dependiente de la Dirección de Producción Vegetal, Ministerio de Producción, Provincia de Corrientes (Fig. 1). Los lotes de producción se distribuyeron sobre una superficie total de 928 m², 33 m de frente y 28 m de fondo (Fig. 2).



Fig.1: Imagen Satelital obtenida de GoogleEarth de la ubicación del Lote Consociado.



Fig.2: Lote Consociado en detalle. Área calculada en GoogleEarth 924 m². La imagen retrata el estado del Cultivo de Manihot esculenta a los 5 meses post plantación, luego de haber cosechado el zapallo Tetsukabuto.

ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL TRABAJO DE PASANTÍA

1. PREPARACIÓN DEL LOTE

El suelo del sitio de producción corresponde a la Serie de Ensenada Grande; Udipsament árgico, arenoso, mixto; de Capacidad de Uso III (Escobar et al, 1996). Las propiedades de este suelo son útiles para el cultivo de mandioca, posee un buen drenaje, suelto y arenoso que permite un buen desarrollo de raíces y evita posibles encharcamientos, críticos para la mandioca.

El cultivo se realizó en sistema de Siembra Directa, luego de la marcación del terreno las estacas se plantaron directamente en el suelo con rastrojo de maíz sin labranza previa. Al no labrar, el rastrojo que queda sobre el suelo entre la cosecha y la siembra contribuye a proteger el suelo de la erosión. Se logra un aporte de Materia Orgánica al suelo y se evita la excesiva pérdida de humedad. La práctica de la siembra directa va ligada a una reducción de costos: ahorro en combustible como consecuencia de la menor utilización de maquinaria. Y por sobre todo ayuda a mantener la estructura del suelo gracias a la reducción del uso de maquinaria (Fig. 3).



Fig.3: Lote previa plantación, con rastrojo de maíz.

2. MUESTREO DE SUELO

Para poder realizar un Plan de Fertilización adecuado, una de las primeras tareas consistió en la toma de muestra de suelo, la cual fue realizada en SEPTIEMBRE, previa plantación, con base en Prause (2006), para realizar un Análisis de Fertilidad que, junto a las Necesidades Nutricionales del Cultivo, y tomando como referencia Howeler (1981) para *Manihot esculenta* y Pletsh (2008) para el Tetsukabuto, permitió determinar las dosis de fertilizantes a utilizar.

El muestreo consistió en 2 muestras compuestas de 1 kg; separando materia orgánica sin descomponer de la superficie del suelo, se tomaron sub-muestras de 0-10 cm y de 10-20 cm de profundidad en "zig-zag" tomando 5 puntos distintos del lote, de manera tal que se pueda lograr la mejor representatividad del lote y luego del cuarteo se procedió a embolsar las muestras finales en bolsas plásticas previo etiquetado con datos de referencia (Fig. 4 y Fig. 5).



Fig.4: Cuarteo realizado para obtener sólo una muestra compuesta.



Fig.5: Toma de muestras de suelo a 10 cm y a 20 cm.

Las muestras se enviaron al Laboratorio de Calidad Agropecuaria del CeTePro (Centro Tecnológico de Producción, dependiente del Ministerio de Producción de Corrientes) para su análisis químico.

3. OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE ESTACAS

Es de primordial importancia para el cultivo de mandioca un adecuado manejo de las ramas, puesto que de ellas se obtiene el material de propagación del cultivo año a año.

Se entiende por calidad de estacas de mandioca a un conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas y sanitarias que permitirán que las mismas originen plantas normales, productivas y sanas (Ospina y Ceballos, 2002).

Las estacas no solo deben ser seleccionadas en cuanto a su sanidad sino también teniendo en cuenta su estado fisiológico, considerando la proporción de leño-médula en mayor y menor medida respectivamente. Esto se basa en que la rama con mayor proporción de médula en relación a leño se deshidrata, no se conserva y genera un mayor porcentaje de fallas. En este sentido, las estacas ideales deben provenir de la parte media de la rama. Las porciones de las ramas finas y verdes del ápice caulinar no tienen la madurez suficiente, mientras que las provenientes de la base son muy leñosas. Las porciones de la parte media de la rama tienen la relación apropiada entre el leño y la médula (relación 1:1).

En cuanto a la sanidad, se realizó una selección de ramas a utilizar teniendo en cuenta los siguientes fundamentos: la rama que manifestaron alguna sintomatología que dé indicios de presencia de patógenos, sea ésta bacteriana, fúngica o virósica, se descartaba.

El tamaño de la estaca debe ser de una longitud mínima de 12 a 15 cm, con 5 a 7 yemas viables, el corte limpio para evitar producir daños que acarreen puertas de entrada a enfermedades, por lo que se debe realizar con una cuchilla bien afilada.

Para contribuir a la individualidad del material de propagación en cuestiones sanitarias, a la hora de seccionar de la rama las estacas, se tuvo la precaución de desinfectar con un algodón impregnado de Alcohol Etílico (70%) el filo de la cuchilla luego de cada corte, de esta forma se evitó un contagio rama a rama de, por ejemplo, enfermedades virósicas (Fig.6).



Fig. 6: Herramientas utilizadas para la confección de estacas, cuchilla serrucho, Alcohol etílico 70% y bolsas para almacenamiento.

Una vez cortadas las estacas se continuó con el tratamiento pre-plantación, que consistió en colocar por 1 hora las estacas en un Caldo a base de: 1,5 cc de Dimetoato al 40% (Rogor® L), 2 gr de Mancozeb al 80% (Chemisor®), 4 gr de Oxidloruro de Cobre al 85% (Crifix®) por litro de agua respectivamente. De esta forma se logró una protección inicial del Cultivo de Mandioca (Fig.7).



Fig. 7: Estacas sumergidas en Caldo Pre-Plantación por una hora.

Finalizado el período de desinfección, se procedió inmediatamente a la plantación.

4. DEFINICIÓN DE MARCOS DE PLANTACIÓN

El lote consociado realizado en este ensayo, se fundamentó en parte, en cubrir los entre líneas de Mandioca a fin de evitar una proliferación excesiva de malezas. El Tetsukabuto hizo las veces de Control Cultural de malezas, a fin de evitar la entrada de luz, de manera rápida, teniendo en cuenta que a los 30 días post-siembra alcanza un área foliar importante. No así la mandioca, que los primeros 4 meses de establecimiento, el crecimiento aéreo es lento, cediendo fácilmente ante la competencia de plantas no deseadas.

La consociación de Mandioca-Zapallo Tetsukabuto, se estableció a modo de prueba en dos densidades de plantación: "Alta Densidad" (4000 plantas de mandioca/ha) y "Baja Densidad" (3333 plantas de mandioca/ha) de manera de encontrar la densidad de consociación más conveniente, la cual permita una competencia positiva entre los dos cultivos y una cobertura adecuada del entre línea. La distancia entre plantas fue la misma para todos los lotes de mandioca, 1 metro. Asimismo, se establecieron "Lotes Puros", bajo el modelo tradicional de monocultivo de ambos cultivos: Para mandioca en marco 1 m x 1 m (10.000 plantas de mandioca/ha) y zapallo Tetsukabuto fue de 3 m x 2 m, en todos los tratamientos.

Los lotes se distribuyeron de manera azarosa en el campo del CeTePro, y por esta razón han permitido realizar un interesante análisis del rendimiento total de raíces frescas de mandioca, de las que alcanzaban calibre comercial para mercado en fresco (longitud ≥ 20 cm y diámetro ≥ 5 cm en su parte más engrosada), tanto como del rendimiento del zapallo en consociación.

En el siguiente esquema (Fig. 8) podemos apreciar, para un mejor entendimiento, la disposición de los diferentes lotes.

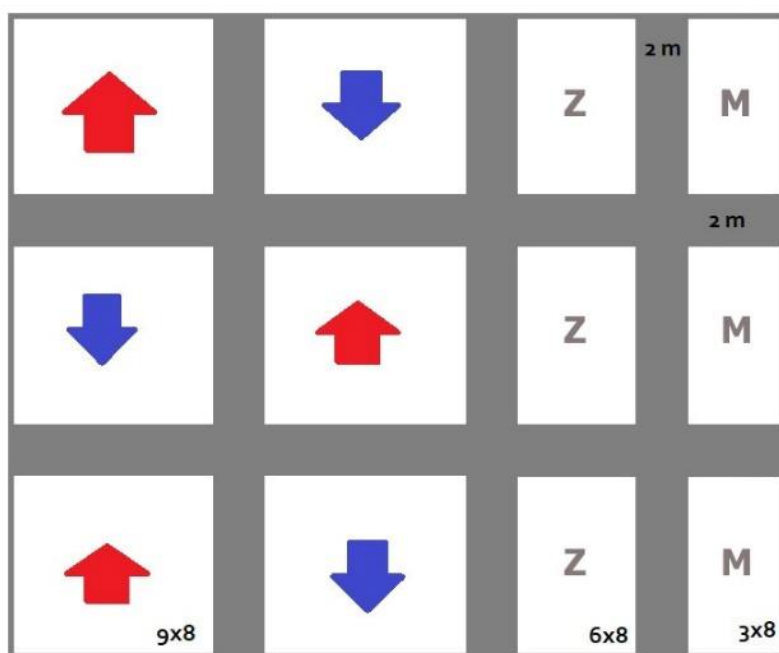


Fig. 8: Las flechas rojas corresponden a los lotes designados a Altas Densidades de consociación, las azules a Bajas, y los monocultivos se representan mediante las letras (Z) y (M) para zapallo Tetsukabuto y mandioca respectivamente.

Los lotes consociados se enmarcaron en una superficie de 9 metros de ancho por 8 metros de largo en 3 repeticiones. Los monocultivos en 6x8 metros y 3x8 metros en zapallo Tetsukabuto y mandioca respectivamente. Para explicar en forma más detallada el marco de plantación en los lotes se los ha representado en esquemas (Fig. 9 y Fig. 10).

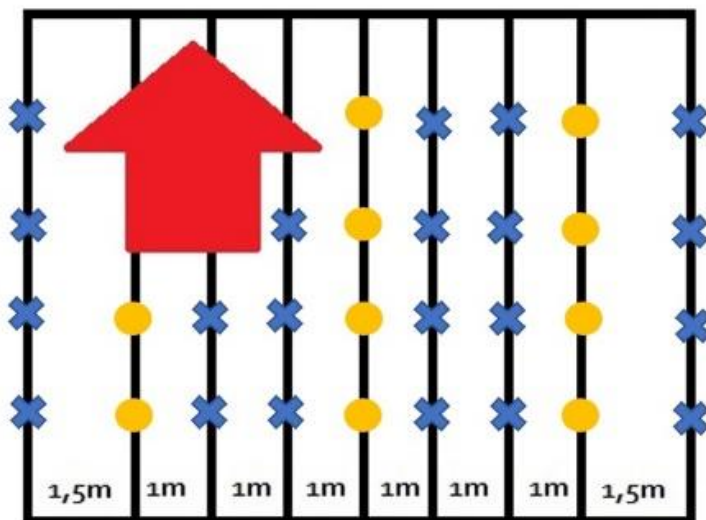


Fig. 9: Alta densidad. Los Círculos corresponden a los líneas de zapallo Tetsukabuto y las Cruces a los líneas de Mandioca.

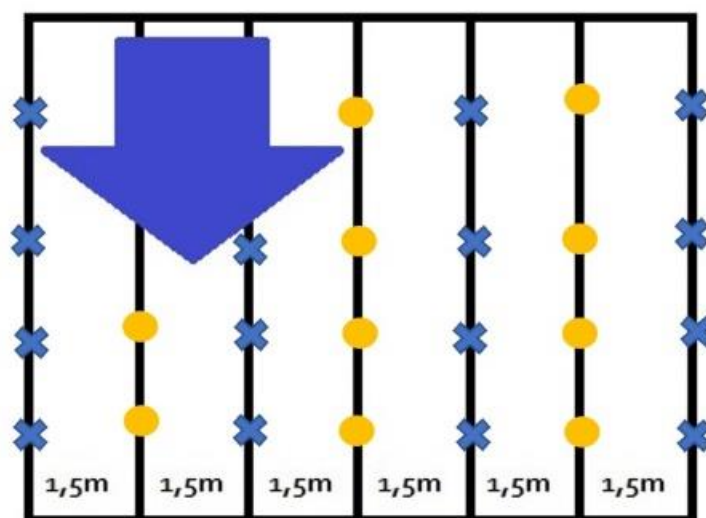


Fig. 10: Baja densidad. Los Círculos corresponden a los líneas de zapallo Tetsukabuto y las Cruces a los líneas de Mandioca.

5. PLANTACIÓN

La fecha de plantación de mandioca y la siembra del zapallo se realizó el 4 de octubre de 2016. Se eligió esa fecha porque la mandioca es muy sensible a las bajas temperaturas, detiene su crecimiento con temperaturas menores a 15°C. La temperatura base citada para el cultivo de mandioca por Ternes (2002) es 16°C. Por lo tanto,

esta época es la más propicia ya que está fuera de los peligros de ocurrencia de heladas que acontecen en términos promedios desde mediados a fines de julio para el Norte de Corrientes y el suelo presenta buena disposición de humedad.

Para el Tetsukabuto, en la zona, se manejan dos épocas de siembra bien definidas: la temprana o de primavera que abarca los meses de agosto-septiembre, para realizar la cosecha durante los meses de noviembre y diciembre; y una segunda, que corresponde a la siembra de fines de enero, todo el mes de febrero y se puede extender hasta la primera semana de marzo, para cosechar a partir de la segunda quincena de abril y todo el mes de mayo (Pletsch, 2008).

Uno de los objetivos de la consociación (zapallo Tetsukabuto en el entrelineo de mandioca), fue lograr una mayor competencia con la maleza, gracias a la amplia área foliar de la cucurbitácea cerca de la superficie del suelo, ya que, por su condición de rastrera, crea condiciones de baja luminosidad que inhiben la germinación de plantas no deseadas. La decisión de plantar mandioca y sembrar en la misma fecha el Tetsukabuto, se basó en estas características de la cucurbitácea.

Los materiales genéticos utilizados para la implantación de lotes correspondieron al cv Palomita y zapallo Tetsukabuto, Tokita (Fig. 11).



Fig. 11: Materiales genéticos utilizados para la implantación de lotes Cultivar de mandioca Palomita e Híbrido de Zapallo utilizado para el ensayo.

Las estacas de mandioca se cortaron y dejaron con una longitud de 10 cm aproximadamente y 5 a 7 yemas (Fig. 12), luego se plantaron horizontalmente a 5-10 cm de profundidad. El zapallo Tetsukabuto, se lo sembró a 5 cm de profundidad, con la ayuda de una azada para la confección del hoyo de plantación y asegurando un buen contacto semilla-suelo.



Fig. 12. Tamaño de las estacas de mandioca

6. FERTILIZACIÓN

El Análisis de Fertilidad llevado a cabo en el Laboratorio de Análisis del CeTePro (Centro Tecnológico de Producción, dependiente del Ministerio de Producción de Corrientes), expone los valores de acidez (pH), Nitrógeno expresado en (%) al igual que la Materia Orgánica (M.O); Fósforo, expresado en partes por millón (ppm), Potasio, Calcio, y Magnesio, expresados en miliequivalentes por cada 100 g de suelo seco (meq/100g de suelo seco (Tabla 1).

TABLA 1: Resultados del Análisis de Suelo llevado a cabo en el Laboratorio de Análisis del CeTePro (Centro Tecnológico de Producción, dependiente del Ministerio de Producción de Corrientes).

INFORME ANÁLISIS DE SUELO							
MUESTRA (cm)	pH	N [%]	P [ppm]	K [meq/100g]	Ca [meq/100g]	Mg [meq/100g]	MO [%]
0 - 10	5,65	0,15	13	0,11	1,6	1,6	0,93
10 - 20	5,78	0,30	13	0,05	1,4	1,6	0,66

Metodología <ul style="list-style-type: none"> Fósforo: Bray 1 Calcio, Magnesio y Potasio: MELICH 1 Materia Orgánica: WALKLEY y BLACK pH: AGUA DESTILADA – SUELO: 5-1 Nitrógeno: SEMI MICRO KJELDAHL 							
--	--	--	--	--	--	--	--

Con esta información, junto con las Necesidades Nutricionales del cultivo de *Manihot esculenta* para un rendimiento de 30 tn/ha (Tabla 2) publicados por Howeler (1981), y para Tetsukabuto publicados por Pletsch (2008), se realizaron los correspondientes cálculos para elaborar un Plan de Fertilización acorde al lote, aplicando la Fórmula (Fig. 13) extraída de Ospina y Ceballos (2002).

TABLA 2: Nutrientes extraídos por la yuca según su rendimiento.
Howeler (1981)

Nutriente	Extracción (kg/ha) para RRF ^a	
	Estimado (15 t/ha)	Ponderado (30 t/ha)
N	66.3	132.6
P	10.1	20.1
K	53.7	107.4
Ca	20.4	40.8
Mg	12.3	24.6

a. RRF = rendimiento de raíces frescas.

$$NF = \frac{RPC - S}{E} * 100$$

NF = Necesidad de fertilización, kg/ha
 RPC = Requerimiento ponderado del cultivo, kg/ha
 S = Disponibilidad del nutriente en el suelo, kg/ha
 E = Eficiencia del fertilizante, %
 100 = Constante porcentual

Fig. 13: Fórmula de Necesidad de Fertilización.

Los requerimientos nutricionales indican la cantidad de nutrientes que la planta necesita para completar su desarrollo. Esta cantidad debe ser suministrada por el suelo o por el suelo y los fertilizantes. Los nutrientes extraídos o removidos del suelo en la cosecha final han dado origen a un criterio de fertilización: la restitución o devolución al suelo de los nutrientes que han salido de él, para mantener su fertilidad en el nivel original (Howeler, 1981).

Es bueno resaltar que la eficiencia de los fertilizantes portadores de fósforo es de 10% a 30%, dependiendo de la cantidad de fósforo fijado (este factor está muy ligado a la clase de suelo y su material coloidal). En los fertilizantes que incluyen nitrógeno y potasio, la eficiencia está entre 50% y 70%. En los fertilizantes portadores de

magnesio y calcio, tipo cales, la eficiencia está entre 50% y 60% (Howeler, 1981). En la fertilización llevada a cabo en este ensayo se asignaron eficiencias (E) de, 60% para Nitrógeno y Potasio, y 20% para Fósforo.

Para el cálculo de fertilización se tuvo en cuenta las Necesidades Nutricionales del cultivo de *Manihot esculenta* para un rendimiento de 30 tn/ha (Tabla 2), el cual se estima en base a un marco de plantación de 1x1 m dando un total de 10.000 plantas por hectárea. En los lotes realizados no se superó la Hectárea, y por ello se utilizó el dato de plantas/hectárea para realizar un cálculo aproximado de Dosis de Fertilizante a aplicar por Planta Individual. De esta forma si la Fertilización de Potasio recomendada, y según la disponibilidad presente ya en el suelo, para 1 ha de Rendimiento de 30 tn, con 10.000 plantas es de 43,8 (Kg de K₂O/ha), los gramos de Nutriente aprovechable por planta serán de 4,38 (gr de K₂O/pl). Y así se realizó la fertilización, considerando la dosis requerida por planta para cada elemento (Tabla 3).

TABLA 3: Plan Nutricional realizado para el Cultivo de *Manihot esculenta*.

Fuente	Momento de Aplicación	Forma de Aplicación	Dosis (gramos/Planta)
UREA (N ₂) (46-0-0)	½ a los 30 DDP y la ½ a los 40 DDP	En un hoyo a 15 cm de Profundidad y a 15 cm de la estaca	40 gr/pl
NITRATO DE POTASIO (K ₂ O) (13-0-45)	½ a los 30 DDP y la ½ a los 40 DDP		10 gr/pl



Fig. 14: Fertilización de mandioca con UREA.

La Tabla 1 indica una disponibilidad de Fósforo de 13 ppm, equivalente a 33,3 kg/ha, las necesidades para un rendimiento óptimo de 30 tn/ha son de 20,1 kg/ha de P₂O₅ (Tabla 2). Por ello se tomó la decisión de no fertilizar con Fósforo puesto que el lote trabajado contaba con una adecuada disponibilidad del mismo. Las necesidades de nitrógeno se satisficieron con úrea (Fig. 14) y nitrato de potasio.

Se decidió realizar una fertilización al zapallo Tetsukabuto considerando también plantas individuales. Cuando las guías alcanzan setenta a ochenta centímetros de largo, se realiza una fertilización con Triple quince (15-15-15) a razón de treinta gramos por planta (Pletsch, 2008). Junto a la segunda fertilización de la mandioca, (aproximadamente a los 45 días post-siembra de zapallo), se procedió a la fertilización del zapallo. Haciendo un hoyo con una pala de punta a unos 15cm de distancia del tronco y a 10 cm de profundidad se aplicó el producto. (Fig. 15).



Fig. 15: Fertilización de zapallo con Fertilizante Triple 15; 45 días Post-Siembra.

7. CONTROL DE MALEZAS

Es necesario realizar el control de malezas para evitar la competencia de gramíneas y malezas de hoja ancha ya sea por luz, agua y nutrimentos durante los primeros 60 días en los cultivos de mandioca hasta que cubra el entresurco. La interferencia que ejercen las malezas se mide sobre la producción final y se puede definir como la reducción porcentual de producción económica del cultivo que para algunos autores puede incluso llegar al 90 % (Martins *et al.*, 2005).

Otro detalle no menor a la hora de definir opciones de control de malezas, es la posición de plantación de la estaca de mandioca. En los lotes establecidos la opción elegida fue de manera horizontal, sin embargo como se conoce y se ha difundido más en estos últimos años, la plantación vertical de mandioca genera una gran ventaja por la característica de lograr una rápida cobertura de suelo, obteniendo así, una mayor competencia por el espacio, luz y nutrientes en menor tiempo. Es fundamental que se tenga en cuenta esto, a la hora de realizar próximos ensayos. Los beneficios observados en otros lotes implantados verticalmente pueden ser útiles para plantear un ítem más además de la consociación, como esquema cultural de control o convivencia con malezas.

El control mecánico se realizó manualmente con asada en el entre línea y mateado (rodeando la planta), en 5 ocasiones (Fig. 16 y Fig. 17).



Fig. 16: Control Mecánico de malezas con azada al inicio del cultivo.



Fig. 17: Control Mecánico con cultivo avanzado en mateada.

La presión de malezas observada durante la pasantía puede ser catalogada como excesiva, atribuible al año atípico de precipitaciones en el período 2016/2017 sumando un total de 2.221 mm (Fig. 18), en comparación con años anteriores.

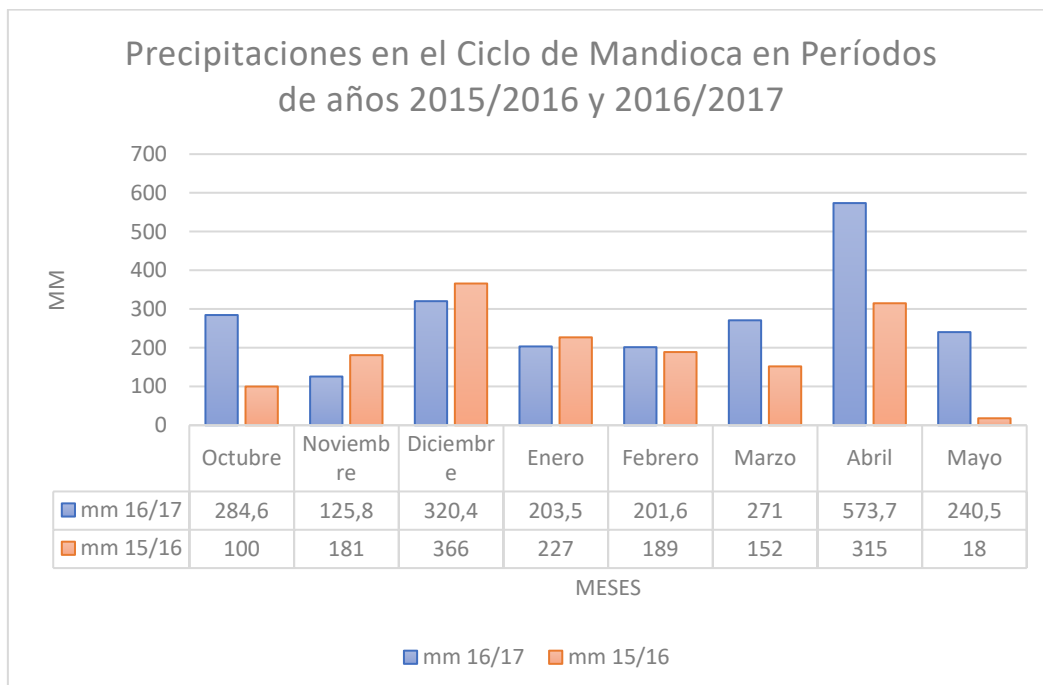


Fig. 18: Precipitaciones en el Período de ensayo según datos del ICAA (Instituto Correntino de Agua y Ambiente)

Como se puede apreciar en los informes, un octubre muy lluvioso hizo que se deba a recurrir a un exhaustivo control de malezas.

Así también, en los meses de marzo, abril y mayo, no fue suficiente el control mecánico y se debió llevar a cabo un control químico para mantener baja la competencia de no deseadas con *Manihot esculenta* y el zapallo Tetsukabuto.

Entre las malezas de hoja ancha que predominaron; se encuentran: *Portulaca sp.*, *Oxalis sp.*, *Amaranthus viridis*, *Richarda brasiliensis*, y *Commelina erecta* y algunas Gramíneas en algunas zonas del lote como predominantes. Por ello, para el control químico, se eligió un herbicida de amplio espectro, no selectivo que fue Round Up Full® II (Glifosato 66,2%), con Acondicionador de agua de Rizobacter Argentina (es un agente coadyuvante corrector de pH con poder buffer y un eficaz secuestrante de cationes -Ca, Mg, Fe, Al-, que mejora la calidad del agua a emplear en las pulverizaciones agrícolas (Fig. 19), de esta manera, logramos que los productos fitosanitarios expresen su potencial y coadyuvante Rizo-Spray® Super (es un agente que mejora la retención, absorción, penetración y translocación de los productos fitosanitarios en las plantas de malezas). La dosis utilizada por mochila de 20 litros fue de 400 ml de Glifosato, 2,4 ml de acondicionador de agua y 100 gr de Rizo-Spray®.



Fig. 19: Productos utilizados para el Control Químico de Malezas.

La aplicación fue dirigida con pantalla, se realizó en los meses de octubre, marzo y abril, con mochila de espalda de 20 litros (Fig. 20). Para determinar la velocidad de avance como aplicador, se utilizaron tarjetas hidrosensibles (Fig. 21) y se trabajó con pastillas de tipo abanico plano.



Fig. 20: Aplicación Dirigida de Herbicida con Mochila.

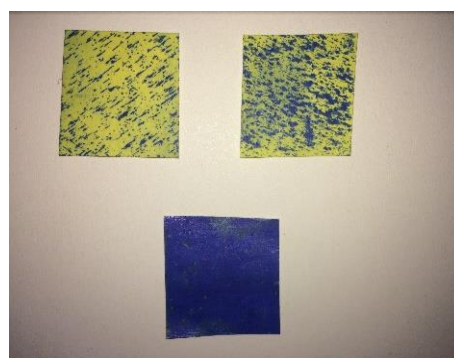


Fig. 21: Tarjetas hidrosensibles. La tarjeta azul muestra una velocidad muy lenta de avance.

8. MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Una de las cualidades más importantes de la mandioca, es su gran destreza para recuperarse ante ataques de plaga. El manejo integrado de plagas es importante para no tener más complicaciones por estos factores adversos.

Son varios los insectos que pueden ocasionar daños a la planta de mandioca. En la provincia de Corrientes, las de mayor importancia son los barrenadores de tallo, ácaros y la mosca de la agalla. Existen otros insectos como el marandová (*Erinnys ello*) que se alimenta de las hojas, es muy voraz (Plesch, 2008).

El marandová posee una alta tasa de reproducción en corto tiempo. Un ataque severo puede causar una defoliación completa y si llegase ocurrir en los primeros meses de edad del cultivo, puede ocasionar una pérdida importante en la producción de raíces. Existe un controlador biológico para este lepidóptero, es una bacteria *Bacillus thuringiensis* y es lo más recomendado para el control.

En el monitoreo se observó marandová en el ensayo, sólo 2 ejemplares (Fig. 22). Por lo que no ameritaba control. Según Álvarez *et al.* (2002) es común su presencia en épocas de altas temperaturas y mucha lluvia, pudiendo repetir su ataque en el cultivo 2 a 3 veces.

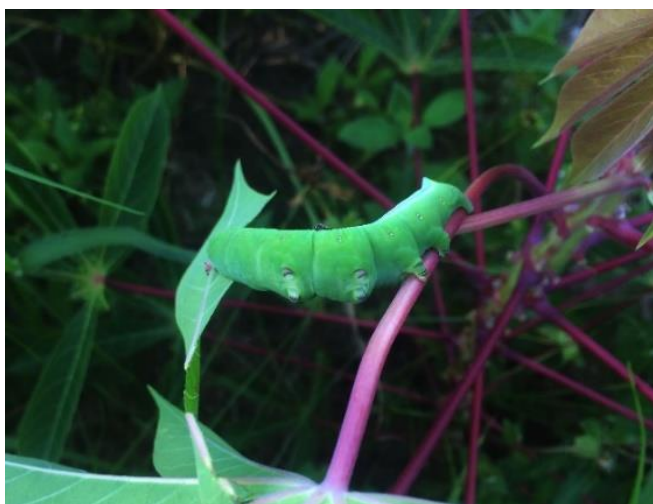


Fig. 22: *Erinnys ello* (Marandová) en cultivo de mandioca.

En cuanto a enfermedades, encontramos en algunas plantas afectadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihoti*, que es una bacteria que penetra en su hospedante por los estomas y por heridas que tenga la planta en la epidermis. Los síntomas característicos son los siguientes: manchas foliares que, al comienzo, son pequeñas y angulares y de apariencia acuosa en el envés; fusión de unas manchas con otras que adquieren un color marrón (Fig. 23); aparición de quemazón foliar, con marchitez y muerte descendente; exudación gomosa en los tallos jóvenes infectados, en los pecíolos y en las manchas foliares; necrosis de los haces vasculares de pecíolos y tallos (Fig. 24), los cuales se cubren de bandas de color marrón y negro (Alvarez et al, 2002).



Fig. 23: Fusión de unas manchas con otras que adquieren un color marrón por ataque de la bacteria.



Fig. 24: Tallo con necrosis de haces vasculares causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*.

En el zapallo Tetsukabuto, encontramos problemas con *Melittia cucurbitae* (Lepidóptero). Barrenador de la guía de la calabaza (Fig. 25). Las larvas poseen 30 mm de largo y 8 mm de ancho, color blanco-cremoso, corrugadas, patas reducidas y cabeza parda, desarrollan dentro del tallo principal y guías gruesas, que a menudo se hincha y los raja. Estas larvas minan los tallos, debilitan la planta, pueden quebrarla y causar la muerte del tallo y guías (Sauders, 1998).

A razón de 2 larvas/planta el ataque de la plaga fue severo y se recurrió a un control químico. Para el mismo se utilizó un Insecticida a base de Imidacloprid al 70%, Punto P70 WP® Gleba S.A., su acción en la interferencia de la transmisión de los estímulos nerviosos del sistema nervioso central de los insectos, produce un desorden nervioso que lleva a la muerte a la plaga. El control se realizó con 1 gr de Imidacloprid cada 5 litros de agua, con Mochila de 20 litros sobre las plantas de Zapallo, a mediados de noviembre y otro a fines de dicho mes.



Fig. 25: Larvas de *Melittia cucurbitae* en tallos del Zapallo Tetsukabuto.

9. COSECHA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como recordamos, el primer cultivo a cosechar fue el zapallo Tetsukabuto, por su ciclo de 120 días, la cosecha se realizó a mediados del mes de enero.

Como referencia se consideraron frutos con pesos mayores a 1 kg (Fig. 26), y se procedió a la extracción en dos instancias, en una primera, cosechando frutos con el tamaño de referencia y dando unos días a los que no llegaban al ideal (Fig. 27). Esta decisión se tomó debido a las precipitaciones que, si bien no fueron atípicas (Fig. 18), sí lo fue la distribución de las mismas y los días nublados durante el mes de cosecha. Cada día en el campo significaba una amenaza ante el potencial ataque de hongos que, en monitoreos previos, fueron identificados como un factor condicionante (Fig. 28).



Fig. 26: Frutos de Tetsukabuto con tamaño promedio para cosecha.

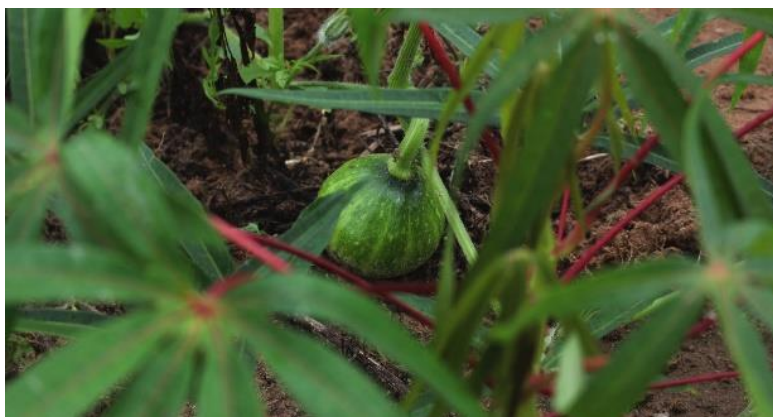


Fig. 27: Frutos de zapallo que no alcanzaban el tamaño en el entre líneas de mandioca.



Fig. 28: Zapallos atacados por Hongos debido a precipitaciones continuadas en época de cosecha.

Del total de frutos de zapallo Tetsukabuto cerca del 25 % se descartó por diversas causas que se detallan en la (Fig. 29). Las precipitaciones, los continuados días nublados y de alta humedad ambiente fueron causantes de grandes pérdidas debido al progresivo ataque de hongos al fruto. El 58 % de las pérdidas sufridas se atribuyeron a esto último (Fig. 29)

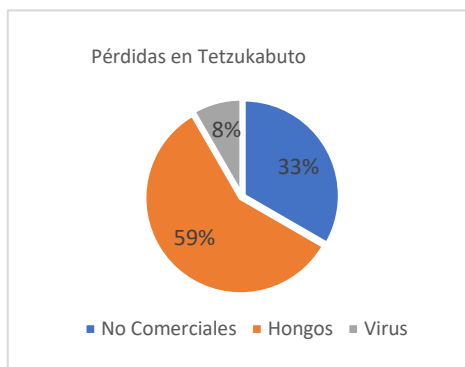


Fig. 29: Causas de Pérdidas en zapallo.

En cuanto a *Manihot esculenta*, un primer paso fue la cosecha y almacenaje de ramas. Recordemos que las ramas serán el material de multiplicación para la campaña siguiente, por ello deben ser cuidadosamente seleccionadas y almacenadas a fin de contar con la mejor calidad de estacas. Buscando evitar las heladas que puedan dañar las yemas, la cosecha de ramas se realizó los primeros días de mayo.

Se seleccionaron ramas sanas (descartando infectadas por virus, micoplasmas, hongos o bacterias), vigorosas y de buen porte (diámetro de la rama no debe ser inferior al promedio del lote). La rama madura cambia de color de verde a pardo, parcialmente manifiestan caída de hojas, indicando que está apta para su conservación, lo que se da de 8 a 10 meses de edad. 1 ha de ramas nos proporciona 10 has de estacas, por ello nos da un margen importante, para seleccionar y descartar todo material de media a baja calidad. De la misma forma se puede proceder a través del Peso de Ramas (Fig. 30), normalmente se estima que se necesitan 700-800 kg de ramas para poder implantar 1 ha de cultivo.



Fig. 30: Pesaje de ramas.

El corte de ramas se realizó a unos 10 cm del suelo, dejando un pequeño tocón para facilitar luego, la cosecha de raíces. Se ejecutó manualmente con cuchilla curva tipo serrucho (Fig. 31). Un corte limpio sin producir resquebrajado es fundamental para facilitar una buena cicatrización de heridas.



Fig. 31: Corte de ramas con cuchilla curva tipo serrucho. Buscamos un corte limpio de la rama a 10 cm del suelo.

Luego se trasladaron las ramas en un acoplado (Fig. 32), cuidadosamente ubicadas en posición horizontal hacia el lugar destinado a su conservación. Todo daño post-cosecha que se pueda llegar a ocasionar, podría generar lesiones o heridas utilizadas como puerta de entrada para enfermedades y plagas y también daña las yemas a partir de las cuales la estaca brotará.



Fig. 32: Traslado de ramas al lugar de almacenamiento.

El lugar destinado a conservación sugerido, consta de árboles perennes, en este caso *Mangifera indica* (mango), que hagan las veces de reparo ante heladas en el invierno. Se armaron mazos de 25 ramas, se ubicaron debajo de estos árboles, en posición vertical poniendo en contacto con el suelo y enterradas unos centímetros (Fig. 33). Se aplicó un Caldo de Conservación, una mezcla de fungicidas sistémicos y de contacto junto con un insecticida, de manera tal de brindar una óptima protección a nuestro material de multiplicación. La composición del mismo cuenta con: 3 gr de Benomil al 50% (Fusil®), 3 gr de Captan al 80% (Orthocide® 80 WP), 3 cc de Dimetoato al 40% (Rogor® L) por litro de Agua, aplicados con Mochila de 20 litros. Posteriormente se los cubrió con pastos secos para proteger el material y reducir la posibilidad de que sufra deshidrataciones.



Fig. 33: Ramas ubicadas verticalmente en mazos debajo de mango.

La cosecha de raíces de mandioca se inició a fines de mayo del 2017, se procedió al descalce manual traccionando desde el tocón dejado en la cosecha de ramas (Fig. 34). En esta instancia se pesaron las raíces y se contabilizó su número por planta discriminándose las comerciales (para consumo en fresco) de las no comerciales (para industria).

Se consideró Raíces Comerciales a aquellas que tuvieran >20 cm de longitud, > 5 cm de diámetro enteras, sanas, bien formadas) tenían como destino, consumo en fresco (Fig. 35). Se las empacó en bolsas de plastillera de aproximadamente 20 kg de peso cada una. Y fueron destinadas al Comedor Universitario de la UNNE.



Fig. 34: Cosecha de mandioca. Se colocaron en carretillas, se trasladaron al laboratorio para ser clasificadas y pesadas.



Fig. 35: Clasificación y pesaje de raíces.

Uno de los objetivos del trabajo fue evaluar el comportamiento de la mandioca en alta y baja densidad de consociación y los rendimientos en ambos sistemas en comparación con sus respectivos testigos (Fig. 36).

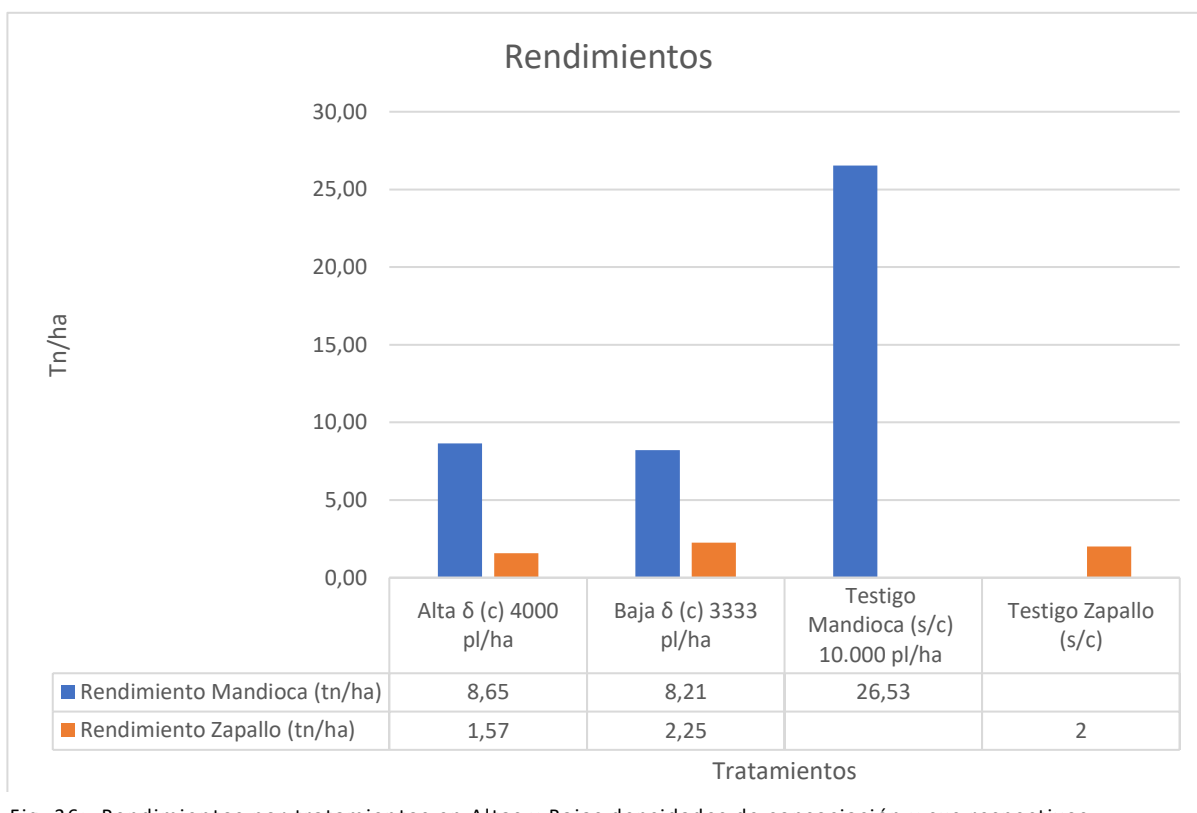


Fig. 36: Rendimientos por tratamientos en Altas y Bajas densidades de consociación y sus respectivos testigos. En mandioca se presentan rendimientos de raíces comerciales.

En las Figs. 9 y 10 se detallaron los marcos de plantación, la cantidad de plantas por hectárea para cada sistema es diferente en cada tratamiento (Fig. 36), no así en el zapallo Tetsukabuto que con marco de plantación de 3x2 metros se lo adoptó en los 3 lotes.

Tomando como referencia el testigo de mandioca, podemos decir que, a pesar de las intensas lluvias en los meses de marzo, abril y mayo (Fig. 18), gracias al buen drenaje del suelo en el ensayo, óptimo estado nutricional y sanitario de la planta, se pudieron sobrellevar estas adversidades, que causaron estragos en la provincia. Logrando un rendimiento de 26,5 tn/ha, muy cercano al óptimo y muy por encima del rendimiento promedio provincial que no supera las 12,4 tn/ha (MPTT, 2012). Se destaca así, la importancia de la aplicación del paquete tecnológico propuesto.

No así lo sucedido en Zapallo, cuyos rendimientos esperados para la zona son cercanos a 10 tn/ha, muy por debajo de ese número se hallaron los de estos lotes que apenas llegaron a 2 tn/ha en promedio obtenidos. Si bien la pregunta a resolver es el por qué la mandioca funcionó tan bien, aún con las adversidades climáticas, y el zapallo las padeció, las respuestas posibles fueron las siguientes: i) el zapallo Tetsukabuto padeció el ataque de una plaga desde el arranque, (*Melittia cucurbitae*), la misma, potenciada por las altas precipitaciones en Octubre (Fig. 18) en la fase de establecimiento de la planta, generó alta humedad, y combinada con temperaturas medias a altas determinaron un ataque severo de la plaga; ii) la flor masculina del zapallo Tetsukabuto es estéril, por esta razón es necesario utilizar otras especies de zapallos cuyas flores masculinas sean fértiles para que por la acción de diferentes especies de insectos (mayormente abejas), las flores femeninas del Tetsukabuto sean fecundadas y se logre una buena producción (Pletsch, 2008). Con un Diciembre muy lluvioso y días nublados, la actividad de los polinizadores fue muy baja (Fig. 37) siendo el Tetsukabuto dependiente de ellos, la producción se vio muy afectada; durante los meses de diciembre y enero, cuando el cultivo se encontraba en plena

producción de frutos, ii) las precipitaciones constantes, junto a días nublados y altas temperaturas, fueron condiciones predisponentes para la aparición de hongos, que se correspondieron a un 58% del total de las pérdidas de Zapallo (Fig. 29).



Fig. 37: Flores de Tetsukabuto bajo lluvias y lloviznas constantes.

Retomando los distintos tratamientos de mandioca, a fin de hacer una comparación equitativa entre ellos, teniendo en cuenta que el Número de plantas por hectárea no fue el mismo por el marco de plantación elegido para de lograr distintas densidades, se comparó el Peso de Raíces Comerciales por Planta, y el Número de Raíces Comerciales por Planta (Tabla 4).

TABLA 4: Número de raíces comerciales y no comerciales, peso y rendimiento total de mandioca.

Diseño de Plantación	Peso de Raíces Comerciales (g/ pl)	N° de Raíces Comerciales por Planta	Rendimiento Raíces Comerciales (Tn/ha)	Peso Raíces NO Comerciales (g/pl)	Rendimiento Total (Tn/ ha)
Alta Densidad	2163,33	5,73	8,65	426,67	10,36
Baja Densidad	2463,33	6,53	8,21	366,67	9,43
Puro	2653,33	7,20	26,53	373,33	30,27

El comportamiento de la mandioca en cuanto a Peso y Número de Raíces no mostró amplias variaciones, lo cual es muy bueno, demostrando que la consociación no afecta el potencial de la planta de *Manihot esculenta*, y con Baja Densidad las diferencias son prácticamente insignificantes con un lote manejado en monocultivo (MC).

En Baja Densidad, logró incluso aumentar el rendimiento del Zapallo (Fig. 36), atribuible a una fertilización indirecta (aplicada a la mandioca), dándole, con ese marco de plantación, un desarrollo superior y sin competencia negativa.

Finalmente, para la evaluación biológica del sistema se tomó el concepto del Uso Equivalente Tierra (UET) (Mattos & Souza, 2005). El UET es la suma de dos o más cocientes, según el número de cultivos que intervengan en la consociación, en donde cada cociente representa la relación entre la producción obtenida en la consociación (C) y en el monocultivo (M), para cada una de las especies. La sumatoria de estos cocientes nos indica el UET del sistema, que representa la superficie relativa cultivada en monocultivo necesaria para obtener la misma producción que en la asociación:

$$UET = Ix + Iy + Iz... = Cx/Mx + Cy/My + Cz/Mz....$$

Donde los Cx, Cy, y z representan los rendimientos obtenidos en la consociación y Mx, My y Mz son los rendimientos de las especies en monocultivo.

En función a ello, se realizó un análisis de la Eficiencia del Sistema Consociado (C) con los datos obtenidos de los rendimientos totales por hectárea (kg/ha) de cada cultivo realizado.

CC en Alta Densidad: $10360/30270 + 1557/2000 = 0,34 + 0,77 = 1,21$

CC en Baja Densidad: $9430/30270 + 2250/2000 = 0,31 + 1,12 = 1,43$

El índice del uso equivalente de la tierra (UET) calculado para cada uno de los lotes consociados respecto del monocultivo, mostró el máximo aprovechamiento (1,43) con baja densidad de plantación dentro de la asociación. De esta forma, serían necesarios 1,43 ha (0,31 de mandioca + 1,12 de zapallo) de monocultivo para poder obtener las producciones equivalentes a 1 ha en sistema consociado en baja densidad. En el mismo sentido, en alta densidad se necesitarían 1,21 ha (0,34 de mandioca + 0,77 de zapallo) de monocultivo para poder igualar las producciones equivalentes a 1 ha en esta densidad.

CONCLUSIONES

Esta etapa me ha permitido no sólo efectuar el cultivo de *Manihot esculenta*, tomar decisiones y aplicar los conocimientos obtenidos en la carrera, sino también evaluar en ella, una práctica muy utilizada para diversificar los sistemas agrícolas productivos al asociarla al zapallo Tetsukabuto en espacio y tiempo.

A partir del análisis de los resultados, puedo decir que, si bien las inclemencias climáticas fueron críticas para el cultivo de zapallo Tetsukabuto y se manifestaron en su rendimiento, la mandioca respondió de manera favorable a la consociación, y mostró rendimientos de raíz por planta óptimos en comparación al monocultivo de la misma. El sistema de consociado, no afecta el potencial de rendimiento de la Mandioca.

Los resultados del Uso Equivalente de la Tierra permiten concluir que el sistema de cultivos asociados sería más beneficioso en términos productivos respecto de los monocultivos, además de reducir el riesgo de las fluctuaciones de precios en la comercialización de los productos de cosecha.

Si tenemos en cuenta esto, la Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) puede ser considerada sustancialmente en un sistema consociado. Siendo ésta, una opción para pequeños productores, con limitado espacio físico de terreno, que permite implementar un sistema productivo con ingresos regulares.

Finalmente puedo decir que la experiencia realizada es un sólido aporte a mi formación profesional, que me contribuirá a insertarme con mayor seguridad en el ámbito laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, E. 2002. Guía Práctica para el manejo de las enfermedades, plagas y las deficiencias nutricionales de la Yuca. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR)
- Cenóz, P. J.; Burgos, A. M.; Balbi, C. N. 2010. La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA). Revista Horticultura Argentina. Vol 29 (69): 18-25.
- Cenóz, P. J. y Burgos, A. M. 2012. Efectos de las Podas Precosecha de Plantas de Mandioca Cultivadas en Corrientes, Argentina. Revista UDO Agrícola, Rca. de Venezuela. 12 (3):550-558.
- Escobar, H; Ligier D; Melgar, R; Matteio, H; Vallejos, O. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales E.E.A Corrientes.
- FAOSTAT, 2017. Datos sobre alimentación y Agricultura. Disponible en: [http:// www.fao.org/](http://www.fao.org/) Fecha última visita: 12/05/17
- Gallego, L.; Ronco, S y Melgar R. 1991. Prov. de Corrientes. Caracterización Agroclimática Tomo 5. 2° etapa Agroecología de los Cultivos. 188 pp.
- Howeler, R. 1981 Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Colombia. 55p.
- Howeler, R. (2014). Sustainable soil and crop management of cassava in Asia. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia. 280 p.
- Ligier, H.D. 1997: Estrategias para una agricultura sustentable en pequeñas propiedades. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), EEA-Corrientes, 20pp
- Martins D.; C.A. Carbonari, L.R. Cardoso y S.R. Marchi. 2005. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da batata Faculdade de Ciências.
- Mattos, P.L.P. & Souza, A.S. 2005. Consorciacao da Mandioca plantada em fileras duplas e simples com culturas de ciclo curto I. mandioca x caupi x milho. Revista Brasileira de Mandioca. Cruz das Almas, v. 18(1): 25-30.
- Montaldo, A. 1979. La yuca o Mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 386 pp.
- MPTT, 2012. Ministerio de Producción Trabajo y Turismo. Provincia de Corrientes-Servicio de Información Agroeconómica. Corrientes. Boletín Informativo Campaña 2010/11.
- Nicholls, C. y M. Altieri. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo integrado de Plagas y Agroecología N° 65: 50-64
- Ospina, B & H. Ceballos (eds). 2002. La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT, (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 586 pp
- Pletsch, R. 2008. Diversificación productiva en Corrientes. Serie 1: El cultivo del zapallo Tetsukabuto. Edic. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEA- Corrientes,. 23 p..
- Prause, J. 2006. Análisis de suelo. Técnica de muestreos de suelo, agua, plantas. Bases prácticas para la fertilización. Editorial Librería La Paz. Resistencia, Chaco.96 pp.

- Sarandón, S. y J. Labrador Moreno. 2002. El uso de policultivos en una agricultura sustentable. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. S. Sarandón (Ed). Ediciones Científicas Americanas, 189 – 222 pp.
- Uset, N. 2008. Cuadernillo Producción de Mandioca y sus usos. INTA EEA Montecarlo. Montecarlo, Misiones.
- Saunders, Joseph L. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central.
- Ternes, M.2002. Fisiología da Planta. En: Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas. Cereda, MP (coord). Fundação Cargill. San Paulo, Brasil. 4:66-82.