

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

JÉSSICA GONZAGA PEREIRA

**RELAÇÃO DO CONSUMO DA BATATA YACON (*SMALLANTHUS
SONCHIFOLIUS*) COM O CONTROLE GLICÊMICO DE RATOS DIABÉTICOS:
REVISÃO SISTEMÁTICA.**

Vitória de Santo Antão

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

JÉSSICA GONZAGA PEREIRA

**RELAÇÃO DO CONSUMO DA BATATA YACON (*SMALLANTHUS
SONCHIFOLIUS*) COM O CONTROLE GLICÊMICO DE RATOS DIABÉTICOS:
REVISÃO SISTEMÁTICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, em cumprimento ao requisito para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Orientador: Professor Dr. Sebastião Rogério de Freitas Silva.

Vitória de Santo Antão

2020

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4-2005

P436r Pereira, Jéssica Gonzaga.

Relação do consumo da batata yacon (*smallanthus sonchifolius*) com o controle glicêmico de ratos diabéticos: revisão sistemática. / Jéssica Gonzaga Pereira. - Vitória de Santo Antão, 2020.

42 folhas; il., fig., tab.

Orientador: Sebastião Rogério de Freitas Silva.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Bacharelado em Nutrição, 2020.

Inclui referências.

1. Solanum tuberosum. 2. Diabetes Mellitus. 3. Ratos. I. Silva, Sebastião Rogério de Freitas (Orientador). II. Título.

616.462 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE-007/2020

JÉSSICA GONZAGA PEREIRA

**RELAÇÃO DO CONSUMO DA BATATA YACON (*SMALLANTHUS
SONCHIFOLIUS*) COM O CONTROLE GLICÊMICO DE RATOS DIABÉTICOS:
REVISÃO SISTEMÁTICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, em cumprimento ao requisito para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em: 09/01/2020

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sebastião Rogério de Freitas Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Matilde Cesiana da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Geane Bento Ferreira
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a todos que diretamente e indiretamente foram essenciais na minha formação, aos meus pais, pelo incentivo, dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu forças e serenidade para continuar e enfrentar os obstáculos vivenciados, possibilitando seguir e encontrar pessoas a qual foram indispensáveis para que este momento fosse realizado.

Em especial ao meu orientador, Sebastião Rogério de Freitas Silva, pela humanidade e ética, por toda compreensão, empatia, e confiabilidade na construção desse trabalho e nos ensinamentos no decorrer da minha graduação.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), aos meus colegas do PET, e a Professora Marisilda Ribeiro (minha tutora), aos quais, me possibilitou aprender que a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, mudam a vida das pessoas. A minha avó que mesmo guardada no céu, será minha maior motivação, símbolo de resistência, resiliência e representatividade em minha vida.

Aos meus pais, irmãos e noivo por todo incentivo, dedicação, compreensão e amor, sem estes, não seria possível a realização desse sonho, através deles sinto-me capaz para enfrentar todas as divergências vividas durante a graduação.

A minha mãe, que permitiu a cada dia e noite de estudos ser abrigo em minha vida, confiando e me dando forças, por ela toda minha dedicação, refletido nas dificuldades por ela enfrentadas, honrarei a minha profissão e o amor ao próximo em sempre dar o meu melhor para aquele que me é confiado.

Aos meus professores, aos quais, foram indispensáveis na minha formação.

À banca examinadora, pelo tempo dedicado, pela contribuição em avaliar e criticar construtivamente esta monografia.

Muito obrigada a todos!

“Tudo quanto fizerdes, fazei-o de todo o coração, como para o Senhor...”

Colossenses 3:23

RESUMO

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta andina nativa rica em compostos fenólicos e seus efeitos, sugerem que as folhas e a raiz batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) apresentem efeitos sobre a glicemia, decorrente de substâncias bioativas, que desencadeiam benefícios no tratamento da diabetes mellitus e nas patologias decorrentes. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre os possíveis efeitos da Batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) para o controle glicêmico de ratos diabéticos. A metodologia utilizada nesta revisão foi desenvolvida pela estratégia PECO (Problema, Exposição, Controle e Desfecho) para elaboração da pergunta de pesquisa: “A Batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) auxilia no controle glicêmico de animais diabéticos?”. As estratégias de busca foram realizadas com base nos artigos científicos publicados nas bases de dados disponibilizadas no portal de periódicos CAPES/MEC. Os artigos foram selecionados para compor a amostra deste trabalho, todos em inglês entre os anos de 2015 a 2018. Com base nas pesquisas, a batata yacon apresenta potencial hipoglicemiante através de diversos mecanismos.

Palavras-chave: *Smallanthus sonchifolius*. Diabetes mellitus. Rato.

ABSTRACT

The potato yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is a native Andean plant rich in phenolic compounds and its effects suggest that the leaves and root potato yacon (*Smallanthus sonchifolius*) have effects on blood glucose due to bioactive substances, which trigger benefits in the treatment of the disease. diabetes mellitus and the resulting pathologies. The present study aimed to perform a systematic review on the possible effects of Yacon Potato (*Smallanthus sonchifolius*) for glycemic control of diabetic rats. The methodology used in this review was developed by the PECO strategy (Problem, Exposure, Control and Outcome) to elaborate the research question: "Does the potato yacon (*Smallanthus sonchifolius*) help in the glycemic control of diabetic animals?". The search strategies were based on scientific articles published in the databases available on the CAPES / MEC journal portal. The articles were selected to compose the sample of this work, all in English between 2015 and 2018. Based on the researches, the yacon potato presents hypoglycemic potential through several mechanisms.

Keywords: *Smallanthus sonchifolius*. Diabetes mellitus. Rats.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Batata yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	20
Figura 2 - Descrição de cruzamento dos descritores na busca avançada no periódico CAPES.	28
Figura 3 - Fluxograma de seleção dos 70 artigos selecionados nas bases de dados do portal de periódicos CAPES/MEC.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação da composição centesimal da Yacon in natura (BASE SECA).	22
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantidade (%) de FOS nos alimentos.....	19
Quadro 2 - Descrição dos componentes de pesquisa da revisão sistemática.	25
Quadro 3 - Descritores do estudo	26
Quadro 4 - Descrição dos estudos incluídos na revisão integrativa, segundo o título do artigo, ano de publicação, autores, periódicos e objetivo.	30
Quadro 5 - Descrição dos parâmetros utilizados para dosagem, avaliação glicêmica e efeito observado nas pesquisas dos artigos selecionados.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA Associação Americana de Diabetes

ALX Aloxana

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior

DM Diabetes Mellitus

FA Fibras Alimentares

FOS Frutooligossacarídeo

GJA Glicemia de Jejum Alterada

Hb A1c Hemoglobina Glicada/Glicosilada

IDF International Diabetes Federation

PECO Problema, Exposição, Controle e Desfecho UFC Unidade Formadora de Colônias.

MS Ministério da Saúde

NA Nicotinamida

OMS Organização Mundial de Saúde

TGD Tolerância de Glicose Diminuída

SDS Sociedade Brasileira de Diabetes

STZ Streptozotocina

VIGITEL Vigilância de Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 Pré-diabetes	16
3.2 Diabetes Mellitus	16
3.3 Fibras alimentares	18
3.4 Atuação dos FOS na glicemia	19
3.5 Batata yacon	20
3.6 Métodos de indução a diabetes em modelos experimentais	22
3.6.1 Indução do diabetes mellitus tipo 2 em modelos experimentais.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
5 RESULTADOS	28
5.1 Atuação da batata yacon na glicemia.....	31
5.2 Atuação dos compostos bioativos da babata yacon na DM.	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A Diabetes mellitus (DM), é caracterizada por um grupo heterogêneo de distúrbios que responderá por hiperglicemia e outras anormalidades metabólicas causadas pela deficiência absoluta ou parcial/relativa de insulina ou ainda por defeitos na sua ação (FERREIRA, 2017). Diversos processos patológicos estão envolvidos na patologia, dos quais, destruição autoimune das células beta do pâncreas com conseqüente deficiência insulínica, resistência à ação da insulina, distúrbios da secreção da insulina, entre outros (COZZOLINO, 2016).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), existem atualmente, no Brasil, mais de 13 milhões de pessoas vivendo com a doença, o que representa 6,9% da população nacional (SBD, 2019). Entre os anos de 2006 e 2017 o Ministério da Saúde (MS) segundo dados da VIGITEL, apontou um aumento de casos em 54% entre os homens e 28% entre as mulheres, a divergência entre os sexos se dá como base, o acesso ao serviço de Saúde, que aponta maior prevalência no sexo feminino. Destaca-se ainda, que pessoas com mais de 65 anos e apenas o Ensino fundamental de escolaridade (até oito anos de escolaridade) incrementa 24% e 14,8%, respectivamente. No país, o percentual de casos de diabetes passou de 5,5% para 8,9% e as capitais com maior e menor número foram o Rio de Janeiro e Palmas (BRASIL, 2017).

Mundialmente, 11,3% das mortes (aproximadamente 4,2 milhões) são estimadas atribuídas ao diabetes em adultos com idades entre 20 e 79 anos, em 2019. Quando comparados ao sexo, há mais mortes atribuídas ao diabetes nas mulheres (2,3 milhões) do que nos homens (1,9 milhões) (MS,2017). A proporção mais alta de mortes relacionadas ao diabetes (81,3%) é encontrada em países de renda média, seguidos por renda alta (13,2%) e países de baixa renda (5,5%). O maior número de mortes relacionadas ao diabetes com menos de 60 anos é encontrado no Sudeste Asiático (0,6 milhões) e nas regiões do Pacífico Ocidental (0,5 milhões). Além disso, a maioria (74%) das mortes ocorre em adultos com menos de 70 anos, enquanto cerca da metade (46%) está em adultos com menos de 60 anos (IDF, 2019).

A Associação Americana de Diabetes (ADA) classifica o Diabetes Mellitus em quatro tipos: tipo 1, ou insulino dependente; tipo 2, ou não insulino dependente; gestacional; e secundário a outras patologias (ADA, 2016). Outra classificação

antecedente a Diabetes Mellitus tipo 2 é a pré-diabetes, esta estará associada a níveis de glicose no sangue maiores que o normal, mas ainda não altos o suficiente para serem diagnosticados como diabetes (ADA, 2016).

No DM1, geralmente mediada por processos autoimunes, a qual ocorrerá destruição das células β pancreáticas levando à deficiência absoluta ou parcial de insulina, conseqüentemente causando intolerância à glicose. O DM2 está associado à resistência à insulina e à progressiva diminuição de sua secreção, estando frequentemente relacionada a outros problemas da chamada síndrome metabólica, frequentemente oriundos do estilo de vida do indivíduo (KERNER; BRÜCKEL, 2014; ADA, 2016).

O diabetes gestacional está relacionado a problemas de tolerância à glicose que surgem e são detectados durante a gravidez. Os casos específicos de diabetes devido a outras causas podem surgir, por exemplo, a partir de doenças do pâncreas exócrino (pancreatite, fibrose cística), de formas monogênicas do diabetes (MODY), de endocrinopatias (síndrome de Cushing, acromegalia) ou induzido por drogas (glicocorticoides, neurolépticos, pentamidina) (KERNER; BRÜCKEL, 2014; ADA, 2016).

O tratamento adotado para a patologia irá sofrer influência do tipo de DM, que o paciente apresentará, sendo adotada com maior frequência a terapia medicamentosa (KERNER; BRÜCKEL, 2014; ADA, 2016).

A alimentação associada ao tratamento com antidiabéticos e/ou insulino terapia desempenhará um papel importante na prevenção das complicações causadas pela patologia, através do controle glicêmico (KERNER; BRÜCKEL, 2014; ADA, 2016).

Observa-se que alimentos ricos em fibras desempenhará maior controle glicêmico, como estudos sugerem que as folhas e a raiz batata yacon, *Smallanthus sonchifolius*, apresentem efeitos sobre a glicemia decorrente de substâncias bioativas, que desencadeiam diversos benefícios, no DM e nas patologias decorrentes. Decorrente dos benefícios, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas observando efeitos associados a batata yacon (RIBEIRO, 2008; GUSSO, 2014).

Deste modo, estudos que abordam essa temática são importantes ferramentas para construção de estratégias de prevenção e combate ao Diabetes mellitus, estimulando a população a consumir alimentos com potenciais bioativos, de fácil plantio e acesso (RIBEIRO, 2008; GUSSO, 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Construir uma revisão sistemática sobre os possíveis efeitos da Batata Yacon, *Smallanthus sonchifolius*, para o controle glicêmico de ratos diabéticos.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar buscas no banco de dados científicos, artigos nacionais e internacionais referentes ao consumo da batata yacon no controle glicêmico de ratos diabéticos;
- Citar ensaios experimentais com a batata Yacon, realizados com ratos diabéticos;
- Comparar os resultados científicos encontrados;
- Verificar eficiência da batata Yacon no controle glicêmico;

3 REVISÃO DA LITERATURA

No último Atlas International Diabetes Federation (IDF), referente à América do Sul e Central, 1 em cada 11 adultos tem diabetes, correspondendo a 32 milhões de pessoas diabéticas, estatisticamente, em 2045, esse número aumentará para 49 milhões (55%) se não ocorrer mudanças e incentivos a políticas públicas de combate e prevenção e/ou no estilo de vida das pessoas. Observou-se que 1 a cada 3 pessoas com diabetes não foram diagnosticadas, 1 a cada 10 adultos tem tolerância à glicose diminuída, 1 em cada 7 nascidos vivos são afetados por hiperglicemia no período gestacional. Estima-se que U\$ 69,7 bilhões (R\$ 284bilhoes) foram gastos com despesas hospitalares em 2019, referente a 9,2% de despesas globais (IDF,2019).

3.1 Pré-diabetes

O estado pré-diabetes se caracteriza por um estágio homeostático da glicose comprometida, o diagnóstico é dado com resultados de Glicemia de Jejum Alterada (GJA), >100 e <126 mg/dL, e Tolerância de Glicose Diminuída (TGD) e/ou também hemoglobina A1C de $\geq 5,7\%$ a $<6,5\%$, a partir da positividade de qualquer dos parâmetros confirma diagnóstico de pré- diabetes (SDS, 2019).

3.2 Diabetes Mellitus

O DMT1 representa entre 5 e 10% dos casos de diabetes, associada a destruição autoimune das células beta pancreática. O mecanismo fisiopatológico envolvido atuam sobre marcadores autoanticorpos anti-insulina, antidescarboxilase do ácido glutâmico. Os autoanticorpos estão envolvidos em 85 a 90% dos casos de Diabetes mellitus tipo 1. Existindo ainda, o mecanismo idiopático de etiologia desconhecida (OLIVEIRA, 2018; SDS, 2019; COZZOLINO, 2016).

O DMT2 tem sido responsável por cerca de 90 a 95% dos casos de diabetes, considerado uma doença progressiva e geralmente presente muito antes do diagnóstico. O estado hiperglicêmico é desenvolvido gradualmente, acompanhando a resistência insulínica. Por ser gradativo, os sintomas de início não são suficientes para um diagnóstico prévio ou ainda na fase pré-diabética, o que ressalta a

importância do monitoramento em indivíduos considerados de risco: obesos, idade avançada, histórico familiar, entre outros fatores (KRAUSE, 2017; COZZOLINO, 2016).

A patologia se dá pelo mecanismo de resistência á insulina e por falha da célula β . Inicialmente, para responder a uma sobrecarga de glicose, há um aumento compensatório na secreção de insulina, que mantém a concentração de glicose em níveis normais ou pré-diabética, na situação pré-diabética ocorre à secreção de insulina, mas em níveis insuficientes para compensação em níveis normais (KRAUSE, 2017; COZZOLINO, 2016).

A resistência à insulina em muitos casos, o pâncreas é incapaz de continuar a produção de insulina adequada, ocasionando a hiperglicemia. A medida que a secreção de insulina diminui, a produção hepática de glicose torna-se aumentada, acarretando aumento nos níveis de glicemia pré-prandial (jejum), a secreção de insulina também será inadequada para suprir a secreção de glucagon da célula alfa, o que resulta na hipersecreção de glucagon e no aumento da produção hepática de glicose. A alta taxa de glicose hepática se caracteriza no quadro de glicotoxicidade, o efeito nocivo da hiperglicemia sobre a sensibilidade e a secreção de insulina (KRAUSE, 2017; COZZOLINO, 2016).

O diagnóstico de DMT2 consiste em $A1C \geq 6,5\%$ ou $GJA \geq 126\text{mg/dL}$ (≥ 7 mmol/L) ou glicose plasmática (GP) de 2 horas $\geq 200\text{mg/dL}$ ($\geq 11,1$ mmol/L) durante um teste oral de tolerância à glicose (TOTG) ou pacientes que apresente quadros de hiperglicemia ou sintomas recorrentes da patologia associado a um GP aleatório $\geq 200\text{mg/dL}$, na ausência de sintomas de hiperglicemia, deve-se repetir o teste (SBD,2019)

Baseado na patologia, o tratamento consiste no controle glicêmico através de fármacos \antidiabéticos, modificação de estilo de vida e alimentar. Apesar da grande ênfase dada apenas ao tratamento farmacológico, a terapia exige uma visão horizontal: melhoria da qualidade de vida (SBD, 2019).

A terapia nutricional para DMT2 baseia-se no controle glicêmico. Os níveis de glicemia após a alimentação serão determinados pela ingestão de carboidratos. Carboidratos simples serão facilmente degradados e a resposta será um alto índice glicêmico. Carboidratos complexos apresentará uma degradação progressiva e gradual, sendo assim a resposta será um índice glicêmico baixo a moderado. A dietoterapia mais lógica seria a exclusão dos carboidratos, todavia, neles estarão

fontes de vitaminas, minerais, fibras alimentares benéficas e essenciais ao indivíduo. A dietoterapia adequada consiste em dar preferências a carboidratos complexos e com a introdução das fibras alimentares com intuito de modificação o comportamento glicêmico dos carboidratos simples (KRAUSE, 2017; COZZOLINO, 2016).

3.3 Fibras alimentares

A ingestão de FA contribui tanto na prevenção quanto no tratamento do DMT2, estando relacionada na redução de riscos de DCV, obesidade, câncer colorretal, síndrome do cólon irritável, constipação e diverticulose, devido suas propriedades físico-químicas (COZZOLINO, 2016; ROCHA, 2013).

A fibra dietética vem sendo largamente estudada devido seu potencial fisiológico e químico (PHILLIPI,2014). No início da década de 70, Trowell propôs a seguinte definição referente as propriedades da FA: “ A fibra alimentar é constituída principalmente de polissacarídeos não amido das plantas, e de lignina, que são resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas humanas”. Essa definição passou a incluir outros componentes: polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas às plantas que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado humano (AACC, 2001; CODEX ALIMENTARIUS, 2010).

A recomendação de FA para diabéticos é a mesma que para a população em geral (20 a 35g de FA solúveis e insolúveis por dia), embora dietas que contenham de 44 a 50g de FA diárias melhorem a glicemia. As FA solúveis apresentam maior eficácia na terapia nutricional cardioprotetora e no controle glicêmico (ROCHA, 2013; KRAUSE, 2012).

Os frutanos são constituídos por fruto-oligossacarídeos e inulina, considerado carboidratos de reserva, presentes em diversas espécies vegetais (Quadro 1), como cereais (trigo,centeio, cevada e aveia) , raízes tuberosas (yacón, e chicória), bulbos (alho,alho-poró e cebola), frutas (banana, maçã, pera e ameixa) e hortaliças (tomate, almeirão, aspargos, alcachofra e cebolinha)(PHILLIPI,2014; GRAEF,2004).

Quadro 1 - Quantidade (%) de FOS nos alimentos.

ALIMENTOS FRESCOS	PORCENTAGEM (%)
Aspargo	1-30
Chicória	15-20
Almeirão	15-20
Yacon	3-19
Alho	9-16
Alcachofra	3-10
Cebola	2-6
Trigo	1-4
Cevada	0,5-1,5
Banana	0,3-0,7

Fonte: Adaptado de Rocha (2013).

Os FOS são formados por monômeros de frutose unidos por ligação beta 2-1 e têm grau de polimerização menor que 10, se o grau de polimerização for maior que 10, trata-se da inulina, deste modo os frutanos apresentarão grau de polimerização variante de 2 a 70 (SANTOS, 2017).

A inulina e os FOS são ingredientes adicionados ou nutrientes indigeríveis, presentes, naturalmente no alimento. Apresentam resistência à ação hidrolítica da enzima salivar e Intestinal, atingindo o cólon, onde são degradadas por bactérias intestinais, principalmente as bifidobactérias, podendo exercer efeitos benéficos ao hospedeiro humano (ROCHA,2013).

3.4 Atuação dos FOS na glicemia

O mecanismo de ação dos FOS se assemelha com as fibras altamente fermentáveis, reduzem a absorção de glicose, podendo afetar o requerimento e a sensibilidade à insulina, apresentando capacidade de aumentar a produção de peptídeo-1 semelhante ao glucagon (GLP-1), um hormônio que aumenta à medida

que a glicose é absorvida e diminui a produção de glucagon. O GLP-1 promoverá a produção de insulina, além disto, os frutanos por não serem digeridos, reduzirá a eficiência de hidrólise de enzimas, tornando lenta a entrada da glicose na corrente sanguínea, devido a esse mecanismo, ocasiona a saciedade (PASSOS; PARK, 2003; KRAUSE, 2012).

Outra influência é dada no metabolismo dos ácidos graxos de cadeia curta, que são produzidos durante a fermentação, e aumenta a tolerância à glicose na região posterior (ROCHA, 2013). Os FOS diferente dos demais carboidratos que apresenta 4kcal/g, fornecem apenas 1,5 kcal/g, sendo uma ótima estratégia na terapia nutricional do diabetes (PASSOS; PARK, 2003; KRAUSE,2012).

3.5 Batata yacon

A yacon (*Smallanthus sonchifolius*) (Figura 1) foi denominada anteriormente na literatura científica *Polymnia sonchifolius*, é uma planta da espécie *Asteraceae* de origem andina na América do Sul e introduzida no Brasil em meados de 1989 por descendentes japoneses (GUSSO, 2014).

O consumo expressivo da raiz ocorreu por volta dos anos 2000, tornando-se conhecida como batata yacon, ou batata diet, preferencialmente consumida in natura, apresenta sabor adocicado e refrescante. Podem ser cozidas ou desidratadas na forma de chips. Quando o suco da yacon é colocado para ferver, transforma-se em blocos de açúcar e é chamado de “chancaca” pelos nativos dos Andes (GUSSO, 2014; SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003).

Figura 1 - Batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*)



Fonte: Portal Agropecuária(2017).

Considerada uma planta perene e herbácea, chega a medir aproximadamente 2,5 metros de altura e apresenta um sistema de raiz composto de 4 a 20 tubérculos. As raízes de reserva costumam pesar de 300 a 600gramas, porém podem chegar a 1000gramas. Uma planta produz em média 2 e 4kg de reserva. A colheita das raízes tuberosas para consumo pode ser realizada entre 10 a 12 meses após o plantio, um sinalizador da colheita é quanto à parte aérea da planta está totalmente seca (OLIVEIRA; NISHIMOTO, 2004). As suas folhas, são consumidas na forma chá, e apresentam escassez na literatura sobre seus potenciais bioativos (GUSSO, 2014; NARDINI,1997).

A yacon é uma das poucas espécies que se adapta a diferentes ecossistemas, podendo ser cultivada em altitudes variadas, como ocorre na Bolívia, Equador e Peru, onde é cultivada em altitudes entre 900m e 3.500m acima do nível do mar; na Argentina, é cultivada entre 600m e 2.500m; no Brasil, entre 600m e 800m; ou ao nível do mar, como no Japão e na Nova Zelândia (GUSSO, 2014).

Diferente das demais raízes que armazena carboidratos na forma de amido, a Yacon armazena carboidratos na forma de frutano, quando recém-colhida contém de 60% a 70% de frutanos do tipo inulina e fruto-oligossacarídeos (FOS), respectivamente (GUIGOZ, 2014).

Oliveira e Nishimoto (2004) relata que a concentração de FOS é evidenciada durante a 31^a a 35^a semana após o plantio. Ao atingir a maturidade, o FOS presente na yacon, se degrada em compostos menores como glicose, frutose e sacarose, esse fenômeno de despolarização em monômeros de glicose, frutose e sacarose foi observado durante o período de armazenamento, todavia, foi observado que a velocidade de conversão foi mais lenta quando conservado em refrigeração (GUSSO, 2014; GRAEF, 2002).

Em estudos de avaliação da composição centesimal, destaca-se em diversos aspectos nutricionais, de bastante interesse científico (Tabela 1).

A literatura aborda diversos benefícios avaliados em estudos: valor energético reduzido, eliminação de bactérias patogênicas e putrefativas por efeito da multiplicação das bifidobacterias, redução dos lipídeos no sangue, aumento da absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro; diminuição da velocidade de absorção dos açúcares (mesmo após atingir a maturidade, os monômeros de frutose

são mais comum, resultando em um baixo aumento no índice glicêmico); inibição dos estágios de câncer de colón; e influencia sobre a função intestinal, aumentando frequência e peso das fezes (GUIGOZ,2002; GUSSO,2014).

Tabela 1 - Comparação da composição centesimal da Yacon in natura (BASE SECA).

COMPOSIÇÃO	NIETO,	VILHENA,	MARANGONI,	BERTOLO,	MÉDIA
(%)	1991	2000	2007	2017	
Sólidos totais	n.c. ⁽¹⁾	n.d. ⁽³⁾	12,55	13,11	12,83
Fibra bruta	3,4	3,26	22,97	25,02	13,66
Cinzas	3,5	3,56	2,84	3,74	3,41
Proteína bruta	3,7	4,34	1,02	3,31	3,09
Lipídeos	1,5	1,66	0,52	1,11	1,19
Carboidratos totais	n.c.	n.d.	95,44	78,73	87,08
pH*	n.c.	5,53	6,38	6,57	6,16

⁽¹⁾não citado; ⁽²⁾não determinado; *em base úmida.

Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Tabela elaborada pela autora de acordo com os dados coletados na pesquisa.

3.6 Métodos de indução a diabetes em modelos experimentais

Os modelos animais têm sido amplamente utilizados para obter diferentes informações sobre várias condições patológicas. Atualmente, muitos modelos animais de diabetes foram criados mostrando-se indispensáveis para a pesquisa em diabetes e suas complicações, tornando-se essencial para o avanço e rastreamento de novos fármacos antidiabéticos, modelos de terapia nutricional em indivíduos diabéticos, e maior controle da patologia (RADENKOVIC, 2016).

A indução experimental dessa patologia em animais de laboratório pode ser realizada através de manipulação química, genética e cirúrgica/imunológica. Utilizando técnicas através de agentes químicos que destruirá as células β pancreáticas, remoção cirúrgica de uma porção tecidual de células β pancreáticas

ou a pancreatectomia, manipulações genéticas (FERREIRA, 2017). Essas metodologias poderão atingir o mesmo resultado, eliminando a habilidade do animal de produzir insulina ou aumentando a resistência insulínica produzida, todavia utilizando procedimentos diferentes para o tipo de indução a ser realizada (OLIVEIRA, 2018).

Atualmente os métodos químicos de indução a DM são mais utilizados em estudos, por serem mais simples, menos invasivo e viável para experimentações de análise de eventos bioquímicos, hormonais, nutricionais e morfológicos, a ser avaliado após a indução do estado diabetogênico (OLIVEIRA, 2018; FERREIRA, 2017). Dos modelos químicos, a aloxana (ALX) e a Streptozocina (STZ) são os agentes com ampla utilização de indução a diabetes para investigação do diabetes, podendo induzir ao diabetes tipo 1 ou tipo 2 (OLIVEIRA, 2018; FERREIRA, 2017).

3.6.1 Indução do diabetes mellitus tipo 2 em modelos experimentais

A STZ pode ser utilizada para indução de diabetes tipo 1 e 2. Embora a ALX seja menos utilizada que a STZ para o desenvolvimento do modelo experimental de DM2, a sua administração produz graves danos às células β pancreáticas, induzindo um estado de hiperglicemia que é mais condizente com o DM1 (RADENKOVIC, 2016).

A STZ é um análogo de nitrosuréia isolada a partir da fermentação do fungo *Streptomyces acromagenes* que apresenta, classicamente, atividade antitumoral e antibiótica. Embora as nitrosuréias sejam geralmente lipofílicas e penetre na célula através de bicamada lipídica da membrana plasmática celular, a STZ é hidrofílica, resultante de uma substituição de hexose, sendo introduzida na célula β pancreática através do transporte de baixa afinidade pelos transportadores de glicose GLUT2. Ao entrar na célula β pancreática, a STZ causa alquilação do DNA transferindo de um grupo metil para tal molécula, levando a uma cadeia de eventos que causam a fragmentação do material genético (OLIVEIRA, 2018).

Outro mecanismo que ocorre na célula β pancreática na introdução de STZ na célula é a ativação de difosfato de adenosina (ADP)-ribolização, a liberação de óxido nítrico, a partir do seu grupo nitroso, e a geração de espécies reativas ao

oxigênio (ROS), resultando na destruição da célula beta por necrose (RADENKOVIC, 2016; OLIVEIRA, 2018).

A aplicação isolada da STZ, contudo, não produz o efeito esperado para o DM2, visto que ela é incapaz de induzir um estado de resistência à insulina. Dessa forma, outros modelos foram desenvolvidos visando atingir esse objetivo, um dos modelos desenvolvidos para induzir a diabetes tipo 2 é o modelo nicotinamida-estreptozocina (RADENKOVIC, 2016).

A nicotinamida (NA) atua como um efeito semi-protetor quando administrado antes da STZ, atuará protegendo às células β , alterando o efeito tóxicos da STZ, o que resulta em uma menor perda das células β . Esse modelo é caracterizado por hiperglicemia moderada, a qual não precisará de insulina exógena, redução de cerca de 40% das células β e de 60% da produção de insulina, intolerância à glicose e responsividade a sulfoniluréis (GHASEMI, 2014)

Este modelo é caracterizado por hiperglicemia moderada, que não precisa de insulina exógena, redução de cerca de 40% das células β e de 60% da produção de insulina, intolerância à glicose e expansividade a sulfoniluréis (GHASEMI, 2014).

Outro modelo de indução utilizado consiste na simulação da situação nutricional vivenciada pela população mundial diante da vasta oferta de alimentos ricos em gordura. O modelo de dieta hiperlipídica é o mais reconhecido e o mais amplamente utilizado modelo de STZ para o DM2. Ele foi desenvolvido com a ideia de simular a progressão e as alterações naturais que ocorrem no metabolismo humano com a doença (RADENKOVIC, 2016).

Com base nos estudos científicos elucidados, estudos que investiguem a atuação da batata yacon no controle glicêmico em ratos diabetes, tornam-se necessário para a consolidação de novas estratégias terapêuticas de baixo custo e elevada eficácia para prevenção e controle do diabetes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo utiliza como método de pesquisa a revisão sistemática da literatura, tendo o propósito de reunir estudos científicos produzidos sobre o tema investigado. A revisão sistemática aborda um processo abrangente de revisão literária, de forma imparcial e reproduzível, buscando sintetizar e responder o tema de pesquisa através do conjunto de achados disponíveis na literatura científica para obter uma visão geral e futura sobre a questão de pesquisa a partir de estudos primários com delineamento semelhantes (FIOCRUZ, 2018). Para a construção da presente pesquisa, constituíram-se as seguintes etapas:

a) Identificação do tema e pergunta de pesquisa

Empregou-se o método PECO para a elaboração da pergunta de pesquisa e seleção dos descritores que serão utilizados na busca das produções científicas (MS, 2014). O **quadro 1** descreve os componentes do PECO:

Quadro 2 - Descrição dos componentes de pesquisa da revisão sistemática.

P	Problema*	Influência da batata yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) no controle dos níveis glicêmico em ratos diabéticos.
E	Exposição	Identificar artigos sobre o consumo da batata yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) em ratos diabéticos ou induzidos à diabetes.
C	Controle*	Analisar a literatura encontrada sobre a resposta glicêmica da batata yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) em animais diabéticos.
O	Desfecho	Determinar o papel da batata yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) no controle glicêmico de ratos diabéticos.

*Adaptado de acordo com a descrição da estratégia PECO.

Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Quadro elaborado pela autora de acordo com a descrição da estratégia PECO.

Com base na aplicação adaptada da estratégia PECO, o estudo pretende responder ao seguinte questionamento: **“A Batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) auxilia no controle glicêmico de animais diabéticos? ”**.

b) Estratégia de busca na literatura e elegibilidade

Mediante estabelecimento da pergunta de pesquisa, delinear-se as estratégias de busca na literatura. A coleta de dados ocorreu durante os meses de agosto e setembro de 2019. A pesquisa dos artigos científicos foi realizada nas bases de dados disponibilizadas no portal de periódicos da CAPES/MEC: MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde), PUBMED (*Publisher Medline*) e SCIELO (*Scientific Eletronic Library Online*).

A definição dos termos de busca dos estudos foi estabelecida com base na estratégia PECO (Quadro 2). Na plataforma de busca avançada do periódico, utilizaram-se o cruzamento dos descritores nos idiomas: português, espanhol e inglês, reconhecendo os descritores *Smallanthus sonchifolius* e diabetes mellitus, como universais para os idiomas selecionados (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, 2019).

Quadro 3 - Descritores do estudo

Base de Dados	DESCRITORES		
	Português	Espanhol	Inglês
Periódicos CAPES	<i>Smallanthus sonchifolius</i> *		
	Diabetes Mellitus*		
	Ratos	Ratones	Rats
	Ratos Diabéticos	Ratones Diabetes	Diabetic Rats

*Descritores universais para os idiomas.

Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Quadro elaborado pela autora de acordo com os descritores utilizados na pesquisa.

Na ferramenta de busca, associaram-se os descritores utilizando o operador booleano “and” que funciona como a palavra “e”, para fornecer a conjunção, e mostrar apenas artigos que continham todos os descritores digitados, delimitando para a extensão da pesquisa.

Referentes aos artigos selecionados foram triados conforme as especificidades de inclusão e exclusão, expressas no tópico I e II:

I- Para critérios de inclusão, foram considerados:

- Periodicidade dos últimos 5 anos (2014-2019);
- Descrição da metodologia adotada para pesquisa;
- Conter no título e/ou resumo, todos os descritores selecionados por este estudo;
- Estudo no formato de artigo científica completo e original;
- Trabalhos de estudo in vivo que avalie a atuação da batata yacon na glicemia.

II- Para critérios de exclusão, foram considerados:

- Artigos científicos em formato: Revisões bibliográficas, resenhas, cartas, editoriais;
- Artigos incompletos;
- Estudos que não estejam disponíveis online e/ou gratuito para abertura no periódico CAPES/MEC;
- Estudos duplicado.

c) Avaliação e definição das informações que foram extraídas dos estudos

Para avaliação dos estudos, realizou-se uma leitura analítica, e em seguida, as informações dos artigos selecionados foram organizadas em tabelas e quadros, prestando informações-chave para a construção dos resultados analisados, de maneira concisa, com designo de obter as respostas ao problema da pesquisa.

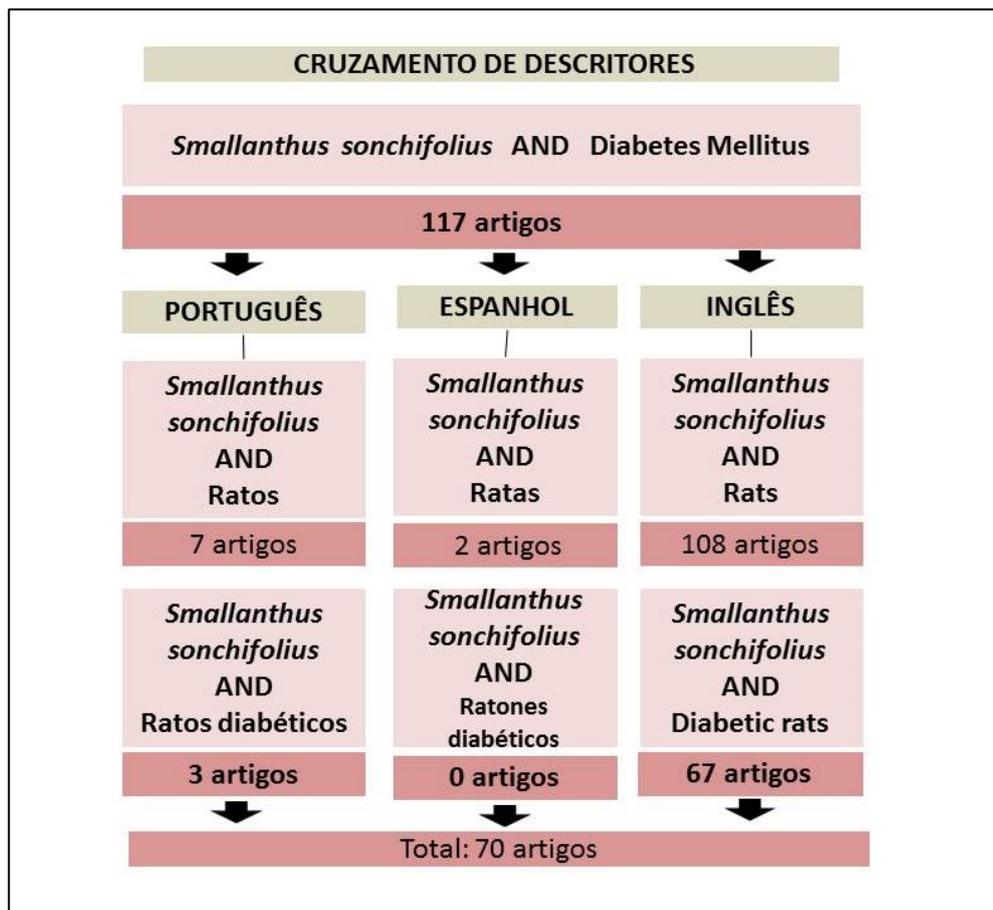
d) Discussão e interpretação dos resultados

Os resultados das publicações foram comparados e discutidos preservando a imparcialidade nos bancos de dados examinados, tendo como princípio responder ao problema de pesquisa com base nos dados dispostos e analisados.

5 RESULTADOS

No cruzamento dos descritores universais obtiveram-se 117 artigos, dos quais após aplicação de critérios de exclusão, 70 pesquisas constavam todos os descritores selecionados na segunda etapa do cruzamento de descritores, sendo 3 publicados em português e 67 em inglês, como descrito na Figura 2.

Figura 2 - Descrição de cruzamento dos descritores na busca avançada no periódico CAPES.

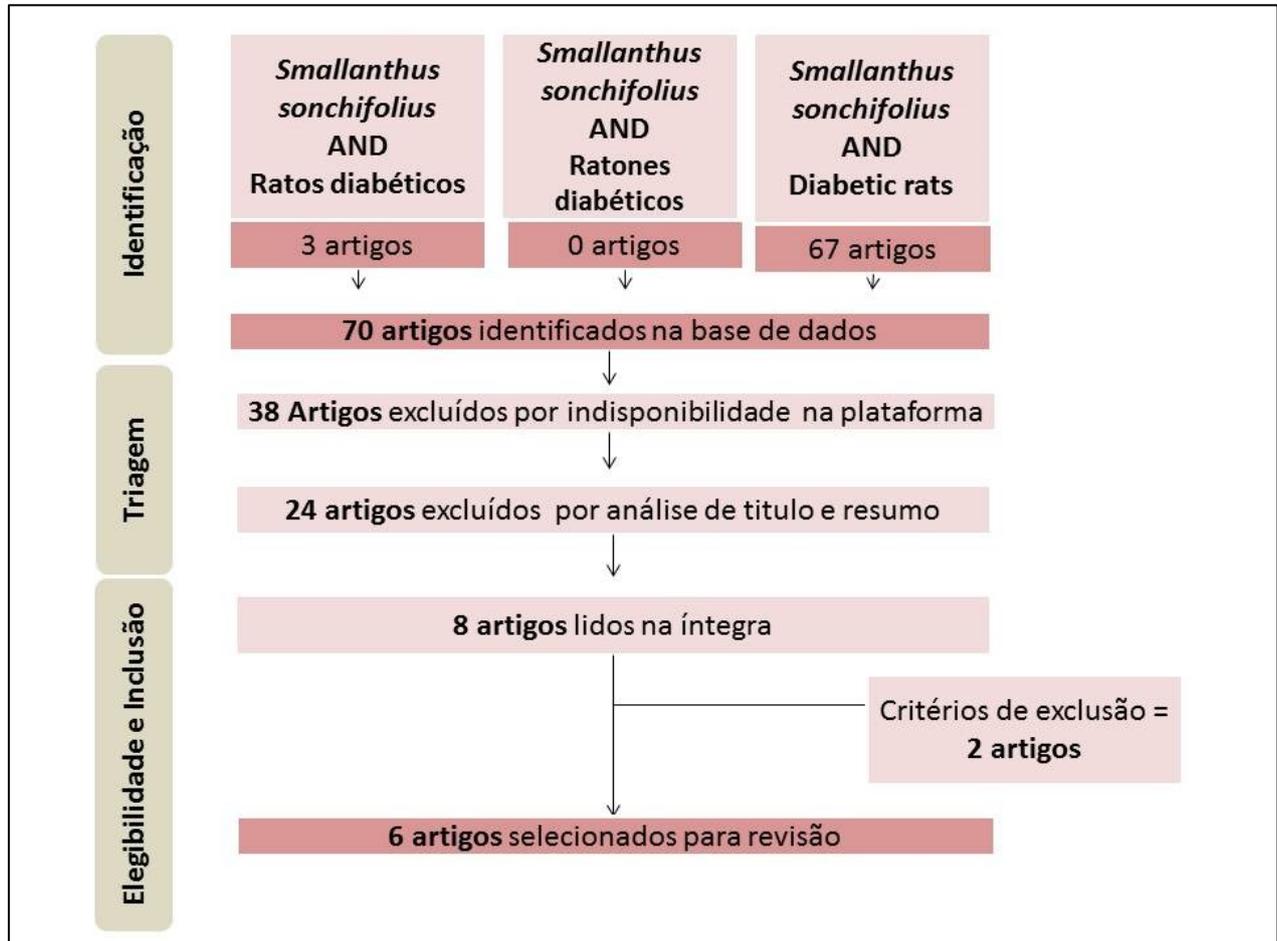


Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Figura elaborada pela autora de acordo com as etapas da pesquisa.

Na segunda etapa de avaliação dos 70 artigos selecionados (Figura 3), 38 artigos foram excluídos por indisponibilidade na plataforma. Na leitura do título e resumo, foram excluídas 24 pesquisas divergentes com o presente estudo. Na etapa subsequente 8 artigos foram lidos na íntegra, excluindo 2 por critérios de exclusão (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma de seleção dos 70 artigos selecionados nas bases de dados do portal de periódicos CAPES/MEC.



Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Figura elaborada pela autora de acordo com as etapas da pesquisa.

Os seis artigos que constituem a amostra deste trabalho, foram publicados em inglês nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 (**Quadro 3**).

Quadro 4 - Descrição dos estudos incluídos na revisão integrativa, segundo o título do artigo, ano de publicação, autores, periódicos e objetivo.

Nº do Artigo	Título	Ano	Autores	Periódicos	Objetivos
1	Raízes de yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) melhoram o estresse oxidativo em ratos diabéticos.	2015	Habib et al.	Taylor & Francis	Analisar a atividade antioxidante em vivo e os efeitos benéficos das raízes de yacon, utilizando um modelo de diabetes induzido por STZ em ratos.
2	Extrato hidroetanólico de folhas de <i>Smallanthus sonchifolius</i> melhora a hiperglicemia da estreptozotocina ratos diabéticos neonatais induzidos	2016	Baroni et al.	Elsevier	Avaliar o efeito do extrato hidroetanólico de yacon na hiperglicemia induzida por estreptozotocina (STZ) em ratos neonatais.
3	Extrato de folha de Yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) atenua hiperglicemia e estresse oxidativo do músculo esquelético e inflamação em ratos diabéticos	2017	Santos et al.	Hindawi	Avaliar os efeitos do extrato hidroetanólico das folhas de Yacon (HEYL) nos biomarcadores antioxidantes, glicêmicos e inflamatórios foram testados em ratos diabéticos.
4	Atividade anti hiperglicêmica e diabética de cicatrização de extrato de folhas de <i>smallanthus sonchifolius</i>	2018	Herowati et al.	EDP Sciences	Obter a atividade de cicatrização de feridas anti-hiperglicêmicas e diabéticas do extrato de folhas de yacon.
5	Farinha de <i>Smallanthus sonchifolius</i> (Yacon) melhora a adiposidade visceral e os parâmetros metabólicos em ratos alimentados com dieta rica em gordura	2018	Honoré et al.	Hindawi	Investigar as propriedades antiobesidade das raízes de yacon em um modelo de dieta rica em gordura (DFC) e os mecanismos subjacentes.
6	Recuperação de remodelação cardíaca e dismetabolismo por melhoria da lesão das ilhotas pancreáticas em ratos diabéticos após tratamento com extrato de folhas de yacon	2018	Santos et al.	Hindawi	Investigar a proteção efeito do tratamento da folha de Yacon na dismetabolismo induzido por STZ e cardiomiopatia com base em suas propriedades antioxidante

Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Quadro elaborado pela autora de acordo com os dados coletados na pesquisa.

5.1 Atuação da batata yacon na glicemia

O primeiro tema identificado refere-se à análise da glicemia elaborada com base nos parâmetros bioquímicos (Quadro 4).

No estudo de Habib *et al.* (2015), afirma-se que os animais tratados com suplementação de yacon (340 mg FOS / kg de corpo peso) durante 90 dias, apresentaram redução da glicemia plasmática em jejum, porém não causou uma variação significativa para o padrão de normalidade. Observou-se também, aumento dos níveis de insulina plasmática, todavia, ainda insuficiente para manter dentro dos limites de normalidades.

Baroni *et al.* (2016), relatou no estudo que a glicemia dos ratos diabéticos no estado alimentado [(162,50 ± 7,29) mg / dL] foi maior que nos ratos normais [(128,90 ± 2,91) mg / dL]. Quando tratados com extrato hidroetanólico de yacon (400 mg / kg de peso corporal), após administração por via oral (gavagem), durante 14 dias, o tratamento com yacon reduziu significativamente a glicemia dos ratos diabéticos no estado alimentado em 22,8% [(125,50 ± 3,99) mg / dL] e não alterou a glicemia de ratos normais [(116,60 ± 3,56) mg / dL]. Contudo, o tratamento de ratos normais e diabéticos em jejum com o extrato, não alterou os níveis de glicose.

Na pesquisa de Santos *et al.* (2017), os animais receberam por via oral (gavagem), extrato hidroetanólico das folhas de Yacon (HEYL), na proporção de 100 mg / kg de peso corporal / dia, durante 30 dias. Após o tratamento, os animais do grupo diabetes mellitus+yacon, apresentaram redução da glicemia para valores semelhantes aos do grupo dos animais não diabéticos. Também quanto aos níveis de insulina, o grupo diabetes mellitus + yacon quando comparada ao grupo diabetes mellitus apresentou valores mais elevados.

Herowati *et al.* (2018), associou a administração oral e tópica do extrato das folhas de yacon, durante o período de 14 dias em ratos diabéticos. O grupo de ingestão oral (150 mg/kg), apresentou uma glicemia de 214.27 mg/dL no primeiro dia e de 182,36 mg/dL no décimo quarto dia. Observou-se comportamento similar no grupo de Ingestão oral+tópico.

Honoré *et al.* (2018), em estudo com dietas ricas em gordura, mostraram que a alimentação rica em gordura levou a alterações na homeostase da glicose induzindo uma significativo aumento dos níveis séricos de glicose e insulina em jejum, acompanhado pelo aumento do índice HOMA-IR. No segundo momento

experimental, mostrou-se que a suplementação com yacon (680mg/kg de peso via oral em comprimido), melhorou parâmetros metabólicos em ratos alimentados com dieta rica em gordura, diminuiu significativamente a glicemia de jejum e insulina, resultando em menor Índice HOMA-IR comparado com ratos em dieta apenas lipídica. Quando realizado o teste de tolerância oral, a suplementação com yacon provocou uma diminuição significativa o nível de glicose no sangue aos 15 min quando comparado ao grupo lipídico.

Santos *et al.* (2018), analisou que o tratamento com yacon melhora o metabolismo em diabéticos. Após 30 dias de tratamento com yacon (100 mg / kg de peso/dia), os grupos com tratamento de yacon, promoveu uma redução significativa da glicemia em 63,39% no grupo Diabetes Mellitus + yacon, quando comparado ao grupo não tratado, considerando que aumentou a concentração de insulina em 49,30% no grupo tratado.

5.2 Atuação dos compostos bioativos da batata yacon na DM.

O segundo tema identificado em cinco dos artigos da pesquisa, refere-se à atuação dos compostos bioativos presentes na batata yacon, no processo patogênico do diabetes mellitus (Quadro 5).

Habib *et al.* (2015), observou que as atividades de superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) foram significativamente menores em ratos diabéticos tratados com yacon, -13,46 e -64,33%, respectivamente, em comparação com grupos controles diabéticos. Em contrapartida, notou-se aumento significativo ($p < 0,05$) nos níveis de glutathiona (GSH) no fígado e nos rins em animais tratados com diabéticos (35,91 e 57,76%, respectivamente) em comparação com o grupo controle diabético. O mesmo foi observado, na atividade da glutathiona peroxidase (GPx) hepática e renal em ratos diabéticos tratados com farinha de yacon exibiu aumentos significativos de 172,50 e 177,78%, respectivamente, em comparação com o grupo controle diabético.

Baroni *et al.* (2016), na avaliação de constituintes químicos do extrato hidroetanólico de yacon, avaliou a presença de compostos polifenóis nos extratos vegetais, sendo identificado a presença de quatro ácidos fenólicos: ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido gálico.

Santos *et al.* (2017), identificou a presença de dez compostos fenólicos no extrato hidroetanólico de yacon, relacionados a uma maior capacidade antioxidante hidrofílica plasmática, sendo maior em ratos tratados com HEYL, quando comparado ao grupo controle. Observou-se também, que o tratamento promoveu diminuição da Interleucina 6 (IL-6), correspondendo a uma redução no perfil inflamatório comumente observado em animais diabéticos.

A análise fitoquímica realizada por Herowati *et al.* (2018), revelou a presença de terpenóide, alcalóide, flavonóide, saponina, bem como tanino e composto fenólico no extrato de folhas de yacon. As folhas da *S. sonchifolius* são também uma importante fonte desses compostos com potencial antioxidante.

Santos *et al.* (2018), observou, que o tratamento com yacon melhorava os marcadores de estresse oxidativo no tecido do coração. As enzimas antioxidantes de defesa: Catalase (CAT), níveis de da glutathione peroxidase (GPx) e superóxido dismutase (SOD) apresentava significativamente aumentadas em animais diabéticos tratados com yacon e diminuídas em animais do grupo diabético e controle.

Quadro 5 - Descrição dos parâmetros utilizados para dosagem, avaliação glicêmica e efeito observado nas pesquisas dos artigos selecionados.

Artigo	Utilização da yacon	Dosagem	Efeito observado
Habib <i>et al.</i>	Farinha de yacon	340mg FOS / kg de corpo peso	Dieta enriquecida com a farinha de yacon durante 90 dias reduz minimamente os níveis plasmáticos de glicose, observou-se aumento dos níveis de insulina, porém de maneira insuficiente para manter a glicemia dentro dos limites normais. Os polifenóis presentes na farinha de yacon atuam como sequestradores de radicais livres, melhorando o estresse oxidativo causado pelo diabetes.
Baroni <i>et al.</i>	Extrato hidroetanólico de folhas de yacon	400 mg / kg de peso corporal	Compostos fenólicos presentes na yacon contribuíram para o efeito anti-hiperglicêmico, melhoria pancreática.
Santos <i>et al.</i>	Extrato de folhas de yacon	100 mg / kg de peso corporal / dia	Diminuição da glicemia, associada com discreto aumento da insulina, protetor pancreático e observou-se referente a concentração dos extratos realizados.
Herowati <i>et al.</i>	Extrato de folhas de yacon	150 mg/kg de peso corporal	A dose de extrato de <i>S. sonchifolius</i> ou yacon deixa 150 mg / kg por via oral em combinação com a administração tópica, mostrou atividade anti-hiperglicêmica e atividade de cicatrização de feridas diabéticas em ratos diabéticos induzidos por STZ-NA comparáveis ao controle da droga
Honoré <i>et al.</i>	Farinha das folhas e raiz da yacon	680mg/kg de peso via oral em	A suplementação com Yacon diminuiu significativamente os níveis de glicose e insulina em jejum, resultando em um índice HOMA-IR mais baixo

		comprimido	em comparação com ratos de outros grupos.
Santos et al.	Extrato da folha de yacon	100 mg / kg de peso/dia	Redução da glicemia, efeito cardioprotetor, pancreático, aumento dos níveis de insulina.

Fonte: PEREIRA, J. G., 2019.

Nota: Quadro elaborado pela autora de acordo com os dados coletados na pesquisa.

6 DISCUSSÃO

Habib *et al.* (2015), sugere em seu estudo que o aumento do estresse oxidativo induzido pela hiperglicemia crônica contribui principalmente para o desenvolvimento e progressão do diabetes e suas complicações secundárias, demonstrando que a diminuição insuficiente da glicemia, em ratos tratados com yacon, ocorre devido a persistência da glicosilação não enzimática ocorrida na fisiopatologia diabética (HABIB, 2015). Referente à insulina, o autor elucida, que o aumento na secreção de insulina se dá pelo metabolismo aprimorado de carboidratos, gorduras e proteínas devido ao tratamento com raiz de yacon (HABIB, 2015).

As enzimas SOD e CAD são consideradas a primeira linha do sistema de defesa antioxidante e trabalham juntas para eliminar o ERO gerado durante o estresse oxidativo, na condição experimental de Habib *et al.* (2015), é sugerido que a terapia antioxidante com raízes de yacon, possa reduzir os níveis de ERO através da captura direta dos radicais livres, resultando em uma diminuição nas atividades de SOD e CAT. No estudo, é demonstrado que a Glutathione (GSH) é um antioxidante não enzimático essencial para evitar danos aos componentes celulares causados por ERO, como radicais livres e peróxidos, sendo o GSH substrato na reação catalisada pela GPx, o estudo relata que o tratamento com yacon é eficaz no aumento das atividades enzimáticas antioxidantes (HABIB, 2015).

Baroni *et al.* (2016), indica que a forma de preparação do extrato é muito importante para sua atividade biológica e que provavelmente os princípios ativos responsáveis pelo efeito do extrato obtido das folhas de yacon na glicemia de ratos são melhor extraídos com um solvente orgânico. Segundo o autor, doses de até 5000 mg de peso / kg de peso corporal não causa toxicidade aguda nos animais, o que indica que a margem de segurança deste extrato é bastante elevada (BARONI, 2016).

Na pesquisa, o efeito do extrato na glicemia de ratos foi observado após 14 dias de tratamento, relatando que as substâncias ativas requerem certo período de tempo para atingir concentrações efetivas no organismo, evidenciando várias possibilidades para os mecanismos pelos quais a yacon reduz a concentração de

glicose no sangue: aumento da liberação de insulina através da estimulação das células b-pancreáticas, resistência aos hormônios que aumentam a taxa de liberação de glicose, aumento do número e sensibilidade da insulina receptores, diminuição da degradação do glicogênio na liberação, aumento da captação de glicose pelos tecidos e órgãos e redução da absorção intestinal de glicose(BARONI, 2016).

Baroni *et al.* (2016), relatou que a pesar do mecanismo dos compostos fenólicos ainda não serem elucidado, a partir dos dados da pesquisa, constatou que o efeito inibitório sobre a hiperglicemia de ratos diabéticos não está relacionado com a redução de ingestão de alimentos ou a interferência de o extrato com a absorção intestinal de carboidratos.

Santos *et al.* (2017) sugere que o estresse oxidativo é um fator fundamental para complicações diabéticas, que podem estar associadas a alterações no metabolismo. Demonstrando também que o solvente usado na preparação de extratos vegetais pode afetar positivamente ou negativamente os princípios biologicamente ativos dessas plantas, corroborando com os achados do estudo de Habib et al (2015).

No estudo de Santos et al. (2017) é relatado que a melhoria do controle glicêmico e aumento da insulina estará relacionado com a regeneração ou proteção de células pancreáticas, e provavelmente aumento na utilização periférica de glicose podem ser fatores que podem explicar a diminuição significativa da glicemia em jejum no estudo. Sabe-se também que a patogênese do diabetes e suas complicações estão associadas à superprodução de ERO e à depleção do sistema antioxidante endógeno, levando ao estresse oxidativo, sugerindo que o tratamento reduza o estresse oxidativo diminuindo a interleucina 6 (SANTOS,2017).

Além disso, no estudo é atribuído que alguns fitoquímicos, como flavonóides e polifenóis, mostraram-se eficazes devido a alguns outros mecanismos extrapancreáticos: Os polifenólicos nas folhas de Yacon podem regular a atividade de radicais livres e a patogênese do diabetes. Plantas ricas em compostos fenólicos têm potenciais efeitos hipoglicêmicos, com o Ácido ferúlico, ácido p-coumarico, ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido protocatecuico e quercetina foram os compostos mais altos encontrados no extrato de yacon (SANTOS,2017). Evidenciou-se que a

quercetina isolada promove a regulação da glicose e a diminuição da peroxidação lipídica em animais diabéticos. Os ácidos cafeico e clorogênico são conhecidos por suas propriedades antioxidantes e de eliminação de radicais livres. O perfil fitoquímico pode explicar as atividades antioxidantes e anti-hiperglicêmicas observadas em no estudo (SANTOS,2017).

Herowati *et al.* (2018), relatou que os constituintes fitoquímicos do extrato de folhas de yacon, como flavonóides e polifenóis, desempenham um papel importante na diminuição significativa do nível de glicose no sangue. O extrato de folhas de Yacon aumentou significativamente o status antioxidante e as atividades antioxidantes endógenas.

Estes resultados da pesquisa indicaram que as folhas de yacon possuem atividade de eliminação de radicais livres e promovem diminuição do estresse oxidativo em condições diabéticas. Sugeriram-se os sesquiterpenos lactona enidrina, ácido diterpeno ent-caurenóico, cafeico, clorogênico e três ácidos dicafeoilquinínicos responsáveis pela atividade anti-hiperglicêmica das folhas de yacon (HEROWATI,2018).

Honoré *et al.* (2018) sugere que a melhora da tolerância à glicose e ação da insulina em ratos tratados com yacon, estará mediada por moduladores de adipocinas que reduz a produção de glicose hepática e estimula a captação de glicose, a oxidação de ácidos graxos no musculoesquelético, a leptina, outra adipocina, que regula o peso, metabolismo, glicose e lipídios (HONORÉ,2018).

Por outro lado, o estudo evidencia que compostos fenólicos estão envolvidos na regulação da glicemia pós-prandial e tolerância à glicose também modulando a secreção de hormônio gastrointestinal (HONORÉ, 2018).

Santos *et al.* (2018), relata que as melhorias bioquímicas e hormonais são potencialmente ligadas à preservação e / ou regeneração das ilhotas pancreáticas restantes que foram parcialmente destruídas por STZ e, conseqüentemente, a potencialização da secreção de insulina das células β protegidas / regenerada.

Além disso, compostos fitoquímicos de folhas de yacon mostraram a presença de antioxidantes de alta polaridade compostos antioxidantes importantes, tais como ácido cafeico, clorogênico. Sabe-se que compostos como os ácidos fenólicos, polifenóis, e flavonoides pode eliminar radicais livres como peróxido, hidroperóxido, ou peroxil lipídico e assim inibem os mecanismos oxidativos

que levam a complicações do diabetes como demonstrado por autores anteriores (HEROWATI,2018; SANTOS, 2017).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos encontrados, a batata yacon apresenta efeito hipoglicemiante, protetor pancreático, redutor do estresse oxidativo e inflamação, atribuindo os efeitos aos compostos bioativos presente na raiz e nas folhas da batata yacon.

Portanto, esses achados sobre batata yacon sugerem que a mesma, pode realmente se configurar em uma alternativa segura e de relativo baixo custo, visto que há enormes gastos com despesas hospitalares, empregando o consumo nas rotinas terapêuticas da prevenção e do tratamento das complicações diabéticas.

Estudos do tipo revisão sistemática são necessários para subsidiar os protocolos clínicos e diretrizes de tratamentos das patologias. Contudo, mais estudos experimentais devem ser realizados para esclarecer qual seria a melhor forma de utilização da batata yacon pela população.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Classification and diagnosis of diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria-Va, v. 39, supl. 1, p. S13–S22, 2016.
- ARTI, R. V. *et al.* In vitro and in vivo antioxidant properties of different fractions of Moringa oleifera leaves. **Food Chem Toxicol**, Exeter, v. 47, n. 9, p. 2196–201, 2009.
- BAGRI, P. *et al.* Antidiabetic effect of Punica granatum flowers: Effect on hyperlipidemia, pancreatic cells lipid peroxidation and antioxidant enzymes in experimental diabetes. **Food Chem Toxicol**, Exeter, v. 47, p. 50–4, 2009.
- BARONI, S. *et al.* Hydroethanolic extract of Smallanthus sonchifolius leaves improves hyperglycemia of streptozotocin induced neonatal diabetic rats. **Asian Pac J Trop Med.**, Mumbai, v. 9, n. 5, p. 432-6, 2016.
- BIBLIOTECA VIRTUAL DE SAÚDE. **Descritores Em Ciências Da Saúde: DeCS**. São Paulo: BIREME, OPAS, OMS, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes metodológicas: Elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Proposed draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management**. Rome: [s.n.], 2016.
- COZZOLINO, S.F.M.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. Barueri: Manole, 2016.
- FERREIRA, R. C. **Avaliação comparativa entre dois modelos de indução química de diabetes mellitus tipo 1 em ratos Wistar**. 2017. Monografia (Graduação) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- PHILIPPI, Sonia Tucunduva. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. [S.l: s.n.], 2014.
- GHASEMI, A.; KHALIFI3, S.; JEDI, S. Streptozotocin-nicotinamide-induced rat model of type 2 diabetes (Review). **Acta Physiol Hung**, Hungria, v. 101, n. 4, p. 408-420. 2014.
- GRAEF, S.*et al.* Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Research**, Witzzenhausen, Alemanha, v.86, p.157-65, 2004.

GUIGOZ, Y. *et al.* Effects of oligosaccharides on the fecal flora and non-specific immune system in elderly people. **Nutrition of Research**, [s. l.], v. 22, p.13-25, 2002.

GUSSO, A P. Yacon: benefícios à saúde e aplicações tecnológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 912-919, maio de 2015.

HABIB, N. C. *et al.* Yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*) improve oxidative stress in diabetic rats. **Pharmaceutical Biology**, Londres, v. 53, n. 8, p. 1183-1193, 2015

HEROWATI, Rina *et al.* Antihyperglycemic and diabetic wound healing activity of *smallanthus sonchifolius* leaves extract. **Matec Web Of Conferences**, [s.l.], v. 197, p.1-5, 2018.

HONORÉ, Stella Maris *et al.* *Smallanthus sonchifolius* (Yacon) Flour Improves Visceral Adiposity and Metabolic Parameters in High-Fat-Diet-Fed Rats. **Journal Of Obesity**, New York, v. 2018, p.1-15, 28 out. 2018.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **Atlas Diabetes**. 9. ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2017.

KERNER W.; BRÜCKE J. Definition, classification and diagnosis of diabetes mellitus. **Exp Clin Endocrinol Diabetes**, Alemanha, v. 122, p. 384-386, 2014.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J.L. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

MANRIQUE, IM *et al.* **Yacon - Fact Sheet**. Lima, Peru: International Potato Center, 2004.

NARDINI, M. *et al.* Efeito da suplementação alimentar de ácido cafeico no sistema de defesa antioxidante em ratos: um estudo in vivo. **Arquivos de Bioquímica e Biofísica**, São Paulo, v. 342, n. 1, p. 157-160, 1997.

OLIVEIRA, José Egídio Paulo de; MONTENEGRO JUNIOR, Renan Magalhães; VENCIO, Sérgio (orgs.). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018**. São Paulo: Clannad, 2017.

OLIVEIRA, J. S. **Análise Histomorfométrica E Oxidativa Do Testículo De Ratos Provenientes De Fêmeas Induzidas Ao Diabetes Do Tipo 2 E Submetidas Ao Tratamento Com Metformina E Pentoxifilina**. 2018. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

OLIVEIRA, M.A.; NISHIMOTO, E.K. Caracterização e quantificação dos carboidratos de reservas das raízes de yacon (*Polymnia sonchifolia*) mantidas sob condições ambientais e refrigeração. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, São Paulo, v. 1, p.30-39, 2005.

PASSOS, L. M. *et al.* Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Cienc Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-90, 2003.

RADENKOVIĆ, M *et al.* Experimental diabetes induced by alloxan and streptozotocin: The current state of the art. **Journal of Pharmacological and Toxicological Methods**, New York, v. 78, p. 13-31, 2016.

RIBEIRO, J. A. **Estudos químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência de seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos**. 2008. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ROCHA, M.S *et al.* Caracterização física e química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos da savana do Piauí. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal , v. 35, n. 4, p. 933-941, Dec. 2013 .

SANTOS, Klinsmann Carolo dos *et al.* Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Leaf Extract Attenuates Hyperglycemia and Skeletal Muscle Oxidative Stress and Inflammation in Diabetic Rats. **Evidence-based Complementary And Alternative Medicine**, New York, v. 2017, p.1-9, 2017.

SANTOS, Klinsmann Carolo dos *et al.* Recovery of Cardiac Remodeling and Dysmetabolism by Pancreatic Islet Injury Improvement in Diabetic Rats after Yacon Leaf Extract Treatment. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, New York, v. 2018, p.1-9, 2018.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M. **El yacon**: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional de Cajamarca, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DIABETES. **Diagnóstico, classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito tipo 2**. São Paulo: SBD, 2019.